CAD 3D con SolidWorks®

Tomo I: Diseño básico (2ª ed.)

Volumen 4. Anotaciones

Pedro Company Calleja
Carmen González Lluch



www.sapientia.uji.es | 184

Col·lecció «Sapientia», núm. 184

CAD 3D CON SOLIDWORDKS®
TOMO I: DISEÑO BÁSICO (2ª edición)
Volumen 4. Anotaciones

Pedro Company Calleja
Carmen González Lluch

Departament d'Enginyeria Mecànica i Construcció

Codis d'assignatura: ET1009, EM1009, EQ1009, EE1009, ET1028, EM1025, DI2028, SDI122



Edita: Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions
Campus del Riu Sec. Edifici Rectorat i Serveis Centrals. 12071 Castelló de la Plana
http://www.tenda.uji.es e-mail: publicacions@uji.es

www.sapientia.uji.es
Primera edición, 2013
Segunda edición, 2021

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176 (volumen 1)
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia182 (volumen 2)
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia183 (volumen 3)
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184 (volumen 4)
ISBN obra completa: 978-84-18432-79-8
ISBN volumen 1: 978-84-18432-81-1
ISBN volumen 2: 978-84-18432-84-2
ISBN volumen 3: 978-84-18951-32-9
ISBN volumen 4: 978-84-18951-43-5



Publicacions de la Universitat Jaume I es miembro de la une, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional. www.une.es.



Información sobre SolidWorks Corporation

SolidWorks Corporation, una empresa de Dassault Systèmes S.A. (Nasdaq: dasty, Euronext París: Nº13065, dsy, pa), desarrolla y comercializa software para el diseño mecánico, el análisis y la gestión de datos de producto. Es el principal proveedor de software de diseño mecánico 3D en el mercado. SolidWorks es líder del mercado en número de usuarios en producción, satisfacción del cliente de ingresos. Si desea conocer las últimas noticias o bien obtener información o una demostración en línea en directo, consulte la página Web de la empresa (www.solidworks.es) o bien llame al número de teléfono 902 147 741.

ÍNDICE

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Agradecimientos

Este libro no hubiera sido posible sin la paciencia y el apoyo constante de nuestras familias.

Merece una mención especial nuestros compañeros Miquel Gómez-Fabra y Margarita Vergara, por su entusiasmo en la revisión del documento y por sus innumerables consejos.

Por último, también ha sido importante la ayuda del Servei de Comunicació i Publicacions, para editar y maquetar un documento final complejo por su tamaño y su formato especial.

A todos ellos queremos agradecerles su contribución desinteresada para completar y mejorar esta obra.

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Introducción

Hoy en día existen programas de ordenador dirigidos a diferentes tipos de usuarios y orientados hacia todo tipo de usos (el término informático de «aplicaciones» sirve como referencia genérica para todos estos programas). Una de las familias de aplicaciones del ordenador con más éxito y más tradición en el mundo de la ingeniería se da en el ámbito del diseño y el proyecto, y se conoce con el término genérico de Diseño Asistido por Ordenador, o por el acrónimo CAD. Las aplicaciones CAD que se centran en el diseño de productos industriales se suelen denominar como CAD mecánico (MCAD), para distinguirlas de aquellas otras aplicaciones más centradas en la arquitectura, o en otros ámbitos más especializados como el textil.

Las aplicaciones de Diseño Asistido por Ordenador guardan relación con diferentes campos, que van desde la informática hasta la gestión de procesos. Por consiguiente, se pueden estudiar desde puntos de vista bastante diferentes. En este libro se presentan los fundamentos y se muestra el modo de uso de las aplicaciones de Diseño Asistido por Ordenador mediante modelos tridimensionales (CAD 3D) que se fundamentan en la geometría constructiva, y resultan relevantes para asistir durante el diseño de detalle a un diseñador industrial o un ingeniero de producto.

¿Quién puede sacar provecho de este libro?
¿Por qué hay que aprender CAD 3D?
¿Por qué un libro con «teoría» de CAD?
¿Qué se puede aprender con este libro?
¿Qué se necesita para sacar provecho de este libro?
¿Qué formato tiene este libro?
¿Cómo se puede utilizar este libro?
¿Qué cambios hay en esta segunda edición?

¿Quién puede sacar provecho de este libro?

El libro está dirigido a los estudiantes de ingeniería (especialmente de las ingenierías del ámbito industrial), y a los diseñadores y proyectistas que desean aprender a utilizan aplicaciones CAD 3D como herramienta para desarrollar sus diseños y/o sus proyectos de ingeniería.

Si usted ya diseña y/o desarrolla proyectos de ingeniería, o tiene intención de hacerlo, entonces debe trabajar con herramientas CAD 3D, y este libro le ayudará a ser más consciente de sus posibilidades y a aprovechar mejor los recursos que dichas herramientas ponen a su disposición.

Por último, el libro también es útil para los responsables de oficinas de diseño o proyectos, porque pueden encontrar criterios para seleccionar una aplicación CAD 3D, reestructurar el proceso de diseño—especialmente el flujo de documentación—o sacar el máximo provecho a la implantación y utilización de aplicaciones CAD 3D.

¿Por qué hay que aprender CAD 3D?

Se debe utilizar el CAD 3D porque potencia la creatividad, dado que permite explorar diferentes soluciones de diseño en breve tiempo. También aumenta la productividad. En cualquier empresa relacionada con el diseño o los proyectos de ingeniería se consigue una reducción importante (de tiempo y dinero) del proceso de diseño, respecto a los métodos basados en instrumentos tradicionales o en aplicaciones CAD 2D.

Usar CAD 3D para diseñar o proyectar requiere un aprendizaje, porque se debe modelar en lugar de dibujar. Para producir modelos virtuales se debe usar el lenguaje gráfico, que está arraigado en los ámbitos del diseño y el proyecto de ingeniería. Pero todo lenguaje está condicionado por las herramientas y los canales de los que se sirve, por lo que una persona que está aprendiendo a utilizar el lenguaje gráfico para diseñar o proyectar, debe acomodar dicho aprendizaje en función de la herramienta CAD 3D. Por consiguiente, para los diseñadores y proyectistas expertos, que conocen bien los instrumentos tradicionales y las aplicaciones CAD 2D, así como la forma de trabajar con ellos, también es necesario aprender a trabajar con la nueva herramienta. Porque el cambio de delinear a modelar modifica muchos aspectos de la forma de utilizar dicho lenguaje. En consecuencia, adquirir habilidad en el empleo de la nueva herramienta no es suficiente. Se requiere un nuevo enfoque global, puesto que los conocimientos teóricos en los que se sustentaba la utilización de las herramientas de delineación son necesarios, pero no son suficientes cuando se extrapolan a un entorno de modelado.

En definitiva, tanto los aprendices como los diseñadores y proyectistas expertos en CAD 2D, deben aprender a utilizar las aplicaciones CAD 3D como herramientas para desarrollar diseño o proyectos de ingeniería.

¿Por qué un libro con «teoría» de CAD?

Entendemos que el estudio de cualquier disciplina en Ingeniería debe estar orientado hacia la práctica («saber hacer»). Pero, conseguir habilidad en cualquier disciplina es difícil y poco útil si el entrenamiento que se sigue para alcanzar dicha habilidad no está respaldado por el conocimiento («saber»). Es decir, que la habilidad debe entenderse como tener práctica en el manejo del conjunto de técnicas que se utilizan para poner el conocimiento en acción. Aunque, cabe insistir, sin conocimiento no puede haber acción válida.

En particular, el estudio del modelado asistido por ordenador, también debe estar orientado hacia la práctica, es decir, saber hacer modelos. Pero, frente a quienes consideran innecesario un conocimiento teórico relacionado con el CAD, debemos remarcar que nosotros sí consideramos necesaria tal componente teórica, entendida como el conjunto de fundamentos y conceptos que facultan para elaborar estrategias. No obstante, opinamos que es condición indispensable la introducción del nivel de abstracción apropiado para que la teoría tenga interés. Es decir, que no creemos que enseñar pormenores de versiones particulares de cualquier aplicación se pueda considerar «teoría». Aunque es indudable que es una fase del aprendizaje por la que necesariamente se debe pasar. Y también es indudable que se necesita ayuda para superar esta fase, por lo que el libro también contiene explicaciones detalladas de tácticas apropiadas para ejecutar las estrategias elaboradas a partir de los planteamientos más teóricos. Por ello, todos los ejercicios tienen una primera parte de estrategia, seguida de una explicación detallada de ejecución de la misma.

Entendemos que introducir aspectos generales de la utilidad de una aplicación CAD genérica en el proceso de diseño sí que supone un

fundamento teórico, porque ayuda a cualquier usuario de cualquier aplicación a tener un marco conceptual que le permita sacar provecho de la herramienta que está utilizando. Dicho en otras palabras, los conocimientos teóricos deben servir para que los usuarios de las aplicaciones CAD adquieran el conocimiento que les capacite para saber diseñar mediante modelos.

En definitiva, entendemos que la teoría debe enseñar los conceptos generales del CAD, sin caer ni en una excesiva pormenorización o contextualización de un software concreto, ni tampoco en conceptos que tan solo resulten útiles a quienes tienen que diseñar e implementar nuevas aplicaciones CAD.

Los conceptos generales del CAD provienen de la geometría constructiva, que se fundamenta en la geometría métrica y utiliza recursos de la geometría descriptiva. Si bien los recursos de la geometría descriptiva aplicables cuando se usan aplicaciones CAD 2D son casi idénticos a los recursos clásicos basados en el empleo de instrumentos tradicionales, la geometría descriptiva debe sufrir una adaptación importante cuando se trabaja en un entorno CAD 3D. Es por ello que el libro incluye unas lecciones «cero», en las que se revisan y recopilan aquellos conocimientos de geometría métrica y descriptiva que son pertinentes para un curso de geometría constructiva basado en herramientas CAD 3D.

¿Qué se puede aprender con este libro?

El objetivo formativo del texto es presentar las diferentes técnicas de modelado basado en los conceptos de geometría paramétrica y variacional, y diseño orientado a elementos característicos («features»). El objetivo instrumental es el aprendizaje del manejo de un sistema de modelado sólido avanzado para generar modelos virtuales y obtener representaciones complejas de los diseños.

También se presentan las técnicas de ensamblaje de modelos, y de extracción de documentación técnica normalizada.

Al acabar el libro, el lector será capaz de:

- Conocer y comprender los métodos de modelado y ensamblaje virtual.
- Modelar piezas usadas habitualmente en el diseñoindustrial.
- Ensamblar conjuntos a partir de los modelos virtuales de las piezas que los componen.
- Extraer dibujos de ingeniería a partir de los modelos o los ensamblajes virtuales.
- Gestionar anotaciones de ingeniería, tanto en dibujos como en modelos 3D.

¿Qué se necesita para sacar provecho de este libro?

Los conocimientos y habilidades con que el lector debe contar para sacar el máximo provecho de este libro son de dos tipos. Por una parte, se requiere un conocimiento elemental de los componentes físicos («hardware») de una estación de trabajo gráfica, y un conocimiento elemental de la utilización de un ordenador de tipo personal. Por otra parte, se requieren conocimientos de expresión gráfica. En concreto, los conocimientos geométricos necesarios para facilitar la concepción y estudio de formas, y los que capacitan para utilizar las normas de dibujo técnico.

Detallando más, el lector debe tener experiencia en la gestión de recursos de un ordenador personal (manejo de ficheros, utilización de

periféricos, etc.). Y debe tener suficientemente desarrollada la capacidad de visión espacial, entendiendo por tal la preparación necesaria para asociar las figuras planas que se obtienen por proyección, con los cuerpos tridimensionales de los cuales se obtienen. El lector también debe conocer los recursos y técnicas necesarias para conseguir la correcta representación en dos dimensiones de los productos industriales tridimensionales. Se precisa, en definitiva, que el lector sea capaz de aplicar los sistemas de representación y las normas y convencionalismos, para el estudio y la descripción de las formas usadas en Ingeniería.

Además de los requisitos formativos citados, se aconsejan los siguientes requisitos instrumentales: capacitación en la delineación con aplicaciones CAD 2D, y capacitación para el dibujo a mano alzada.

La destreza en la representación a mano alzada es útil para realizar bocetos (dibujos preliminares, inacabados) y croquis (dibujos acabados, pero realizados a ojo, sin delinear las figuras y sin guardar una escala rigurosa) que permitan plantear el proceso de ejecución a seguir para resolver cualquier problema de diseño asistido por ordenador. El conocimiento de la delineación con CAD 2D es útil para asimilar con más facilidad la forma de trabajar de cualquier aplicación de modelado virtual.

Por otra parte, es conveniente simultanear el aprendizaje de los contenidos de este libro con los contenidos típicos de un curso de Dibujo Industrial. Esto es así porque este libro pone el énfasis en los aspectos directamente relacionados con el modelado virtual, pero no desarrolla de forma extensa aspectos también necesarios; tales como interpretar dibujos de ingeniería realizados por otros técnicos, realizar dibujos de ingeniería para transmitir los diseños propios, y conocer y aplicar las representaciones simbólicas de información de diseño y fabricación utilizadas habitualmente en dibujos de ingeniería.

¿Qué formato tiene este libro?

El libro tiene un formato gráfico, porque entendemos que la mejor forma de explicar la interacción con una aplicación CAD 3D es mediante imágenes apoyadas con texto. También se han utilizado algunos emoticonos para resaltar los aspectos críticos, las ideas felices o las aclaraciones sobre posibles mejoras o variantes de algunas tareas.

El libro no está formateado para ser impreso. Nace con vocación de libro electrónico. Por ello, tiene un formato apaisado, porque es el más apropiado para visualizar su contenido en una pantalla de ordenador o tableta.

Por la misma razón, el libro no contiene páginas densas, porque el objetivo no es reducir el tamaño del mismo. En un libro electrónico el número de páginas es menos importante que conseguir que cada tarea o explicación quede completamente visible en una única página. Cuando esto no se ha podido conseguir, se ha recurrido a una o más páginas de continuación. Las tareas más complejas, se han subdividido y numerado, para que cada una de las sub-tareas pudiera cumplir dicho requisito.

¿Cómo se puede utilizar este libro?

Este libro debe utilizarse para adquirir conocimientos generales sobre CAD 3D, al mismo tiempo que se adquiere la habilidad necesaria en la utilización de una aplicación CAD particular. Dichos aspectos prácticos se han resuelto mediante el programa SolidWorks®, en su versión 2017-2018.

El libro contiene tanto la parte teórica de un curso genérico de modelado virtual mediante técnicas de Diseño Asistido por Ordenador, como la práctica con la aplicación CAD 3D y, por supuesto, contiene series de

ejercicios que desarrollan tareas, graduadas con nivel de dificultad creciente, para favorecer el aprendizaje de recursos cada vez más sofisticados de la aplicación CAD 3D.

Se ha considerado oportuno descomponer el texto en dos partes. Éste primer tomo reúne los conocimientos básicos de la aplicación del modelado geométrico a la fase de diseño de detalle. El segundo contiene los aspectos más avanzados.

El primer tomo completo sirve para una asignatura de nivel intermedio en el manejo del CAD 3D para la fase de diseño de detalle. Sobre la base de la experiencia actual, el tiempo mínimo de clase debería ser de 60 horas (con 15 horas de explicaciones teóricas y 45 horas de prácticas con ordenador). El tiempo de trabajo personal del estudiante debería ser el doble que el tiempo de clase: 180 horas. También es posible prescindir de algunos aspectos complementarios para impartir un curso de 45 horas (15 de teoría y 30 de prácticas, con tiempo total de trabajo del estudiante de 135 horas). Para dicho curso corto, se puede prescindir de los ejercicios más avanzados, limitándose al primero o a los dos primeros ejercicios de cada serie. Utilizando únicamente el primer tema, se puede impartir un curso básico de modelado CAD 3D, con una duración deseable de 20 horas de clase y 60 horas de trabajo del estudiante. Por último, si los fundamentos ya están adquiridos (quizá con otra aplicación CAD 3D), se puede utilizar el libro para repasar los conceptos teóricos y aplicar dichos conceptos directamente a los ejercicios más avanzados de cada serie. Así se puede confeccionar la primera parte de un curso avanzado dirigido a estudiantes con algunos conocimientos previos de CAD 3D. Dicho curso avanzado se deberá completar con los contenidos del segundo tomo.

El libro ha sido desarrollado para utilizarse como apoyo en clases presenciales, en las que el profesor debe marcar el ritmo de avance y debe resolver las dudas que aparezcan durante las prácticas. No obstante, el gran nivel de detalle de las explicaciones permite usarlo como «tutorial» de un aprendizaje autónomo. Aunque no es óptimo para tal propósito, porque: *a*) es un documento estático, no un tutorial interactivo, y *b*) porque los ejercicios están explicados asumiendo una secuencia concreta, por lo que no contienen explicaciones de detalles de ejecución que hayan sido resueltos en ejercicios anteriores.

¿Qué cambios hay en esta segunda edición?

Esta segunda edición es el resultado de reestructurar los contenidos del curso en cuatro grandes temas: modelado, ensamblaje, dibujos y anotaciones.

En la parte de modelado, hay un cambio profundo en los fundamentos geométricos del modelado paramétrico. Ahora se estudian las relaciones geométricas antes de abordar los conceptos básicos del dibujo paramétrico; el cual se estudia por separado, antes de explicar su función en el modelado paramétrico. Por ello, la anterior lección de técnicas de modelado geométrico se ha descompuesto en hasta cuatro lecciones, todas ellas con mayor contenido teórico, y con una colección de ejercicios ampliada.

La parte de ensamblajes distingue ahora más claramente los ensamblajes simples, de aquellos que tienen peculiaridades que los hacen merecedores de estudio por separado: los que incluyen piezas comerciales o estándar, los mecanismos, y los que incluyen subconjuntos. También se ha dedicado una lección específica a los ensamblajes en explosión.

El estudio de los dibujos o planos obtenidos desde modelos o ensamblajes se ha agrupado en un tema específico. Así se ha podido contextualizar mejor el proceso de extracción de los dibujos con el necesario

cumplimiento de las normas de representación. Además, se han añadido nuevas explicaciones y ejercicios encaminados a gestionar la organización de todo el conjunto de planos de un proyecto.

La ingeniería inversa es una reconstrucción de modelos de ingeniería a partir de información generalmente incompleta y/o con errores, que se apoya en estrategias de análisis técnico de productos. Puesto que la mayor parte de la información de partida son dibujos, se ha incluido una lección introductoria al análisis técnico de productos y la ingeniería inversa al final del tema de dibujos.

Las anotaciones se estudian ahora en un tema separado. A fin de poder incluir los conceptos teóricos en los que se sustentan las anotaciones más clásicas, al tiempo que se introducen nuevas formas de anotaciones, tanto en dibujos como en modelos.

Esta nueva estructura permite abordar cursos con dos enfoques diferentes. En un enfoque más «clásico», los dibujos o planos siguen siendo los documentos principales, aunque se obtienen por extracción a partir de los modelos que tienen la categoría de documentos complementarios. En este enfoque en el que «mandan los dibujos», el tema 3 es fundamental, mientras que el tema 4 enseña a gestionar unas anotaciones que se limitan a enriquecer los dibujos de diseño para convertirlos en dibujos de fabricación, inspección, etc. En un enfoque más «moderno», se puede prescindir completamente de los dibujos, o se pueden relegar a documentos meramente complementarios. En este enfoque en el que «mandan los modelos», el tema 3 es innecesario, mientras que las anotaciones sobre modelos que se estudian en el tema 4 pasan a tener un papel más destacado, porque los modelos enriquecidos con anotaciones son la fuente exclusiva, o al menos principal, de documentación de los diseños.

El último gran cambio introducido en esta segunda edición es que las rúbricas se han integrado a lo largo de todo el libro.

Las rúbricas académicas son guías de calificación, construidas a partir de un conjunto de criterios de evaluación o descriptores, que establecen las especificaciones que deben evaluarse. Estos criterios se disponen habitualmente en forma de tabla, y se puntúan en base a un conjunto de niveles de desempeño que definen el grado de cumplimiento con las especificaciones establecidas. Las rúbricas estandarizan y aceleran el proceso de evaluación, destacando los aspectos más relevantes de la materia. Por lo tanto, se debe proporcionar a los evaluadores potenciales una estrategia e instrucciones de evaluación, con el fin de que todos ellos apliquen los mismos criterios, y que estos se mantengan constantes a lo largo del tiempo. A tal propósito, los criterios de evaluación que consideramos apropiados para un curso de CAD 3D se describen con detalle en el Anexo 2.

Pero el propósito de las rúbricas debe ir más allá de la evaluación. Las rúbricas formativas pueden ser utilizadas por los propios estudiantes para determinar su nivel de progreso y para conocer las posibles debilidades que todavía tengan en su formación. Se trata de instrumentos que favorecen el aprendizaje auto-regulado (SRL por sus siglas en ingles). Por lo tanto, es fundamental que los estudiantes comprendan y utilicen las rúbricas formativas. Es por ello que las mismas se describen y se utilizan progresivamente, conforme avanza la formación en las estrategias y procedimientos de modelado CAD 3D.

Las rúbricas formativas también sirven para poner el foco en los métodos y procedimientos que se pretenden fomentar. A tal fin, las rúbricas incluidas en éste libro explican «lo que cuenta»: no basta con modelar, hay que obtener modelos de calidad. Entendiendo que la calidad es un concepto complejo, que abordamos a través de las seis dimensiones detalladas en el Anexo 2.

Cabe insistir en que ignorar la calidad de los modelos CAD, o posponer su consideración hasta que se haya completado la formación en CAD no son opciones aceptables.

Ciertamente, hay dos estrategias extremas de modelado, ensamblado y extracción de dibujos. En los modelos «de ideación» se busca inmediatez. Es la apropiada para la fase de diseño conceptual, cuando el diseñador quiere la ayuda de un modelador para fijar las ideas vagas sobre un nuevo diseño. En esos casos, se busca que el proceso de modelado sea ágil, y no entorpezca el proceso creativo que está desarrollando el usuario. En contrapartida, se asume que el modelo resultante será efímero y sus carencias en calidad no tienen repercusión. Por el contrario, en la estrategia más común, se parte de que la falta de calidad afecta a la capacidad de edición y reúso de los modelos CAD «de producción», causando ineficiencias, retrasos y errores en el proceso de desarrollo de nuevos productos industriales. En entornos que tienden hacia las empresas basadas en modelos (MBE, por Model-Based Enterprise) la calidad del modelo CAD maestro es crucial, porque sirve como fuente primaria de la que se derivan todo el resto de modelos usados a lo largo del ciclo de vida de los productos.

Un diseñador formado en el hábito de modelar con calidad, sabrá renunciar a las estrategias «lentas» de modelar con calidad cuando necesite inmediatez para explorar nuevas soluciones. Mientras que un diseñador habituado a modelar de forma rápida e inconsistente, no sabrá añadir calidad cuando la necesite.

¿Cómo se organiza el libro?

Debido a su extensión, esta segunda edición está organizada como una obra en cuatro volúmenes. Cada uno de los volúmenes corresponde con uno de los cuatro temas de modelado, ensamblaje, dibujos y anotaciones.

En el primer volumen se estudia el modelado de piezas aisladas. En el segundo volumen se estudian los ensamblajes. En el tercer volumen se estudian los dibujos.

En este cuarto volumen se agrupa el estudio de todo tipo de anotaciones. Al igual que en los volúmenes anteriores, los ejercicios parten desde el principio, por lo que se detallan los procesos de creación de los modelos, ensamblajes o dibujos que se anotan. Pero el contenido del volumen se centra en estudiar tanto las anotaciones que se añaden a los modelos y ensamblajes, como las que se añaden a los dibujos. Se estudian consecutivamente las anotaciones de geometría, las de fabricación (PMI), las de especificación geométrica de productos (GPS), y se termina con un estudio introductorio del incipiente campo de las anotaciones de diseño.

Este último volumen incluye dos anexos correspondientes a la configuración de la aplicación (Anexo I), y los criterios de evaluación a través de rúbricas de: modelos, de ensamblaje, de dibujo de pieza, dibujo de ensamblaje, documento de planos y de documento anotado (Anexo II).

Volumen 4
Anotaciones

Capítulo 4.0. Fundamentos de los modelos anotados

Capítulo 4.0.1. Procedimiento general de anotación

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

MBE

Usar ordenadores en el diseño de productos industriales permite nuevos paradigmas, que reemplazan al clásico de *diseño basado en dibujos*

El paradigma de la empresa basada en modelos, Model Based Enterprise (MBE), tiene las siguientes características:

1 MBE se centra en los modelos CAD digitales

Los modelos CAD digitales conducen y coordinan *todas* las actividades ingenieriles a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos

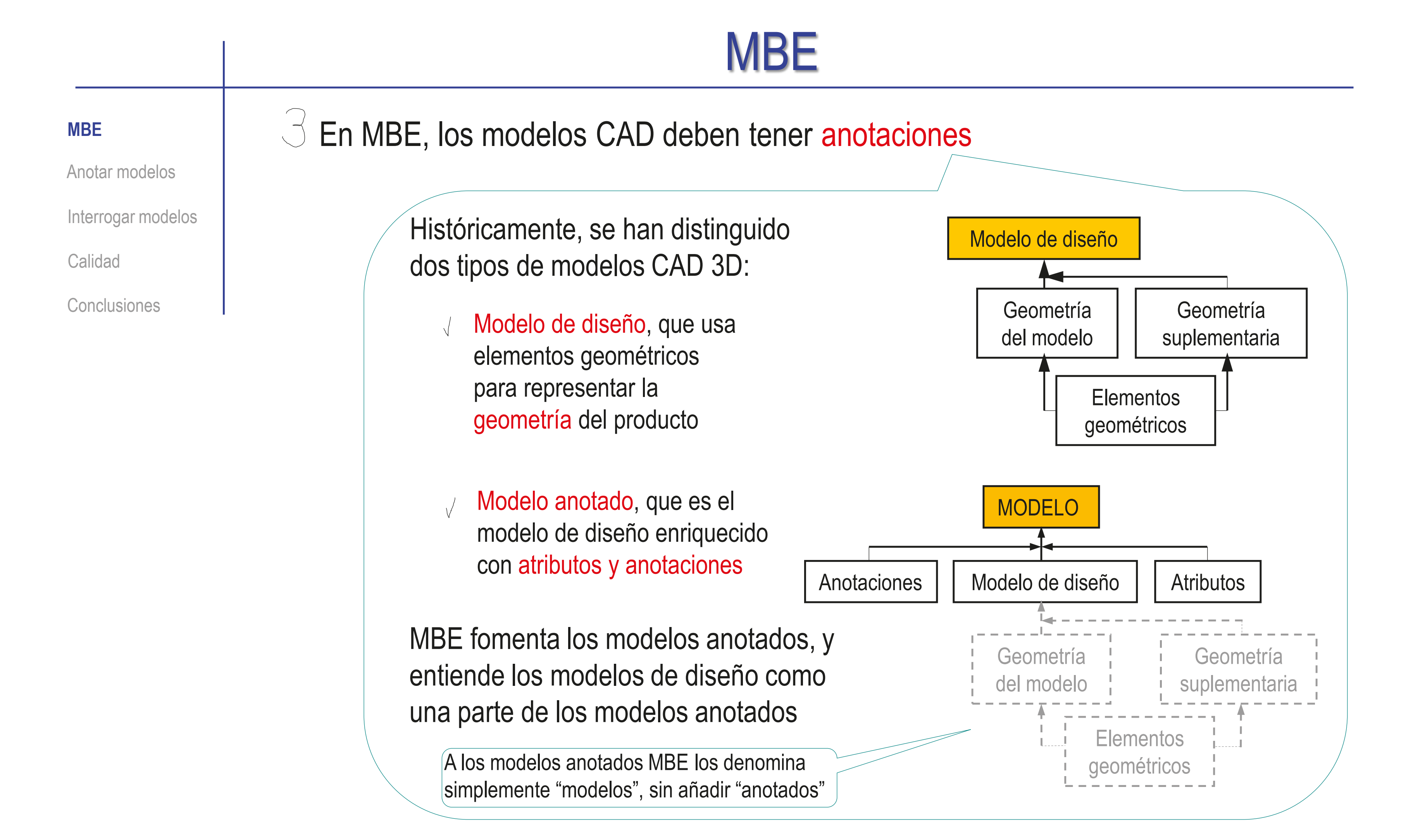
2 En MBE los dibujos 2D pierden protagonismo en favor de los modelos CAD 3D:

MBE no es *sin-papel*, ni *sin-dibujos* ⟷ Pero MBE aumenta la cantidad de modelos, reduciendo la necesidad de dibujos y papel

Sin-papel (*paper-less*) es utilizar sólo documentos electrónicos

Sin-dibujos (*drawing-less*) es prescindir de toda la documentación basada en dibujos 2D

Por ejemplo, MBD es un plug-in que provee desde 2015 una solución integrada, drawing-less, para SolidWorks®



En consecuencia, se necesitan procedimientos para crear y gestionar anotaciones en modelos

MBE

Los procedimientos para anotar evolucionan progresivamente desde anotar dibujos a anotar modelos:

Anotar dibujos ha sido la forma dominante de incluir información de diseño y fabricación en la documentación de los proyectos de ingeniería → Anotar modelos se están imponiendo progresivamente, pese a que aun persiste cierta inseguridad jurídica, y se tiene menos experiencia

Para gestionar la coexistencia entre dibujos y modelos, ISO 16792-2015 ha definido cinco *códigos de clasificación*:

Observaciones	**Código**	**Dibujo**	**Modelo**	**Conjunto de datos (Modelo anotado)**
Documentación *clásica* de proyectos con dibujos (y especificaciones opcionales)	1	**Si***		Optativo
Documentación *clásica*, con modelos añadidos	2	**Si***	Si	Si
Documentación *abreviada* para piezas comunes, o que no requieren dibujos	3	Simplificado	Si	**Si***
Documentación *moderna*, con dibujos complementarios	4	Si	Si	**Si***
Documentación *moderna*, sin dibujos	5		Si	**Si***

En los modos 3 y 4, si hay discrepancias entre dibujo y modelo, prevalece el modelo anotado

El dato original (marcado "*") prevalece en caso de conflicto entre datos

Los modelos MBE deben cumplir dos requisitos:

1. Se enriquecen los modelos con anotaciones, hasta obtener un conjunto de datos de definición de producto

Las ventajas e inconvenientes de añadir las anotaciones en los modelos o en los dibujos son:

Anotar modelos		↔		Anotar dibujos
Enriquece al documento principal	√		X	Enriquece al documento secundario
Las normas están menos desarrolladas, y no siempre hay interpretación única	X		√	Las normas están más desarrolladas, y garantizan interpretación única

2. Se necesitan modelos anotados de calidad, porque:

√ Los modelos CAD son habitualmente la vista principal, primaria o maestra del proceso de diseño

Los modelos empleados en los diferentes análisis CAE y en fabricación (CAM) derivan del modelo CAD

√ Los modelos CAD se comparten (dentro de los equipos de diseño), y se reúsan (para rediseños o diseños futuros)

Anotar modelos

Los datos que enriquecen los modelos de diseño, para convertirlos en modelos anotados, se organizan mediante:

√ Atributos

Son metadatos adjuntos al modelo, que contienen información adicional al modelo

Por ejemplo, la densidad del material de una pieza es un atributo de dicha pieza

√ Anotaciones

Son instanciaciones de algunos atributos, que los muestran mediante notas o símbolos

Por ejemplo, la densidad se puede (optativamente) mostrar mediante una etiqueta que acompaña a la representación de la pieza

Dos características condicionan el enriquecimiento de modelos:

√ No todos los atributos se muestran siempre mediante anotaciones

Aunque la tendencia es que todos los atributos puedan llegar a ser gestionados mediante anotaciones

√ Hay muchas anotaciones basadas en símbolos fuertemente normalizados

Anotar modelos

MBE

Anotar modelos

Interrogar modelos

Calidad

Conclusiones

Las normas ASME Y14.41 e ISO 16792 definen hasta cinco tipos de anotaciones:

- √ Cotas
- √ Tolerancias
- √ Símbolos
- √ Notas
- √ Textos

Pero, podemos reunirlas en dos categorías de anotaciones:

Símbolos (en sentido amplio incluyen los símbolos en general, las cotas y las tolerancias) ⟷ Textos (incluyen notas y texto libre)

Los símbolos están sometidos a una normalización muy estricta que delimita su significado y su alcance ✗

El comportamiento de los símbolos (anotar e interrogar) es unìvoco √

√ Los textos están abiertos a múltiples interpretaciones, y pueden ser usados para propósitos muy diversos

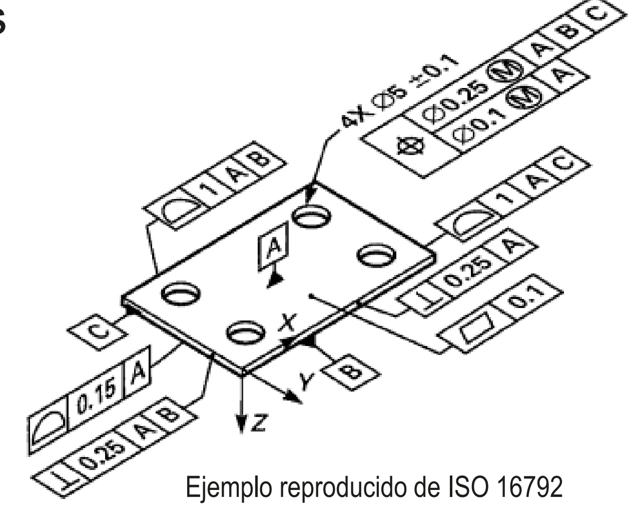
✗ El comportamiento de los textos (anotar e interrogar) es ambiguo

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Anotar modelos

En definitiva, anotar modelos es mostrar sus atributos mediante símbolos y/o textos



Ejemplo reproducido de ISO 16792

Hay dos aspectos que condicionan la anotación:

1. Hay que conocer los criterios generales para anotar e interrogar

   No son triviales, y requieren aplicaciones informáticas dedicadas

2. Se tienen que conocer los diferentes tipos de símbolos usados para anotar



Anotar modelos

Anotar un modelo sólido (o un ensamblaje) requiere cuatro tareas:

1. Crear notas
   - Use el editor de anotaciones específico para instanciar cada tipo de nota
2. Colocar notas
   - Use los planos de anotación para colocar las notas

   Las anotaciones en dibujos siempre son coplanarias con la hoja de dibujo, pero las anotaciones en modelos pueden tener cualquier orientación espacial
3. Agrupar notas
   - Organice las notas por su contenido

   Las anotaciones pueden agruparse para favorecer un tratamiento conjunto de aquellas notas que tienen relación funcional, aún teniendo colocaciones dispares
4. Visualizar notas
   - Gestione los filtros de visualización de notas

   La visualización de las anotaciones debe poder controlarse, para evitar aglomeraciones y para facilitar interrogaciones



Más detalles sobre Procedimiento general de anotaciones en 4.0.1

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Las anotaciones de geometría enriquecen el modelo de diseño, que es el conjunto de datos que contiene:

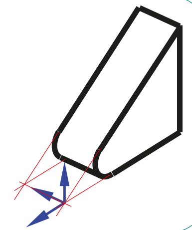
√ Geometría del modelo

Representa la *geometría ideal*:

- √ Representa la forma y dimensiones perfectas de la geometría de la pieza
- √ A tamaño natural
- √ Con una condición dimensional especificada en una nota general — Mínima, máxima o media
- √ Con una precisión especificada en el conjunto de datos — Número de dígitos significativos
- √ Las piezas no tienen que estar completamente modeladas, porque pueden incluir simplificaciones o anotaciones — Por ejemplo, una rosca simplificada

√ Geometría suplementaria

La geometría suplementaria son las figuras geométricas que no forman parte del modelo, pero que clarifican algunos aspectos del mismo





Más detalles sobre Anotaciones de geometría en 4.1

Anotar modelos

Las anotaciones mediante símbolos de especificación geométrica de productos (GPS) están fuertemente normalizadas

- Se centra en dos tareas:
  - Determinar las condiciones geométricas críticas, que sólo se alcanzan con cuidado especial
  - Especificar los niveles de error admisible

  Esta es la información que se convierte en atributos del modelo, y se transmite mediante anotaciones simbólicas

- Todavía coexisten tres tipos de símbolos GPS:
  - Procesos de fabricación y calidad superficial
  - Tolerancias y ajustes dimensionales
  - Tolerancias geométricas (GD&T)
- Hay otros símbolos que han quedado al margen de la GPS

  Tales como los procedimientos de fabricación mediante soldadura



Más detalles sobre Anotaciones de fabricación en 4.2



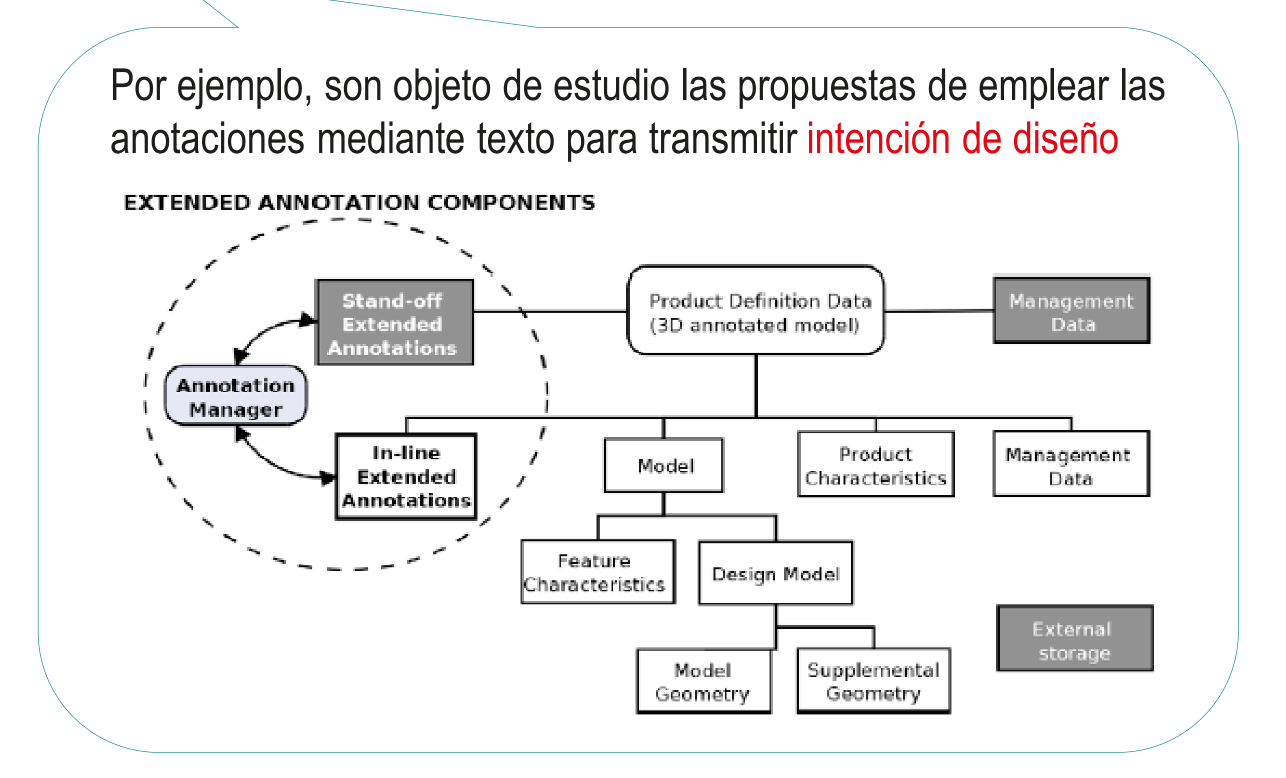
Más detalles sobre tolerancias GPS en 4.3

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Anotar modelos

Las anotaciones de texto se suelen usar para transmitir información de diseño, pero están menos reguladas que los símbolos

Por ejemplo, son objeto de estudio las propuestas de emplear las anotaciones mediante texto para transmitir intención de diseño





Más detalles sobre Anotaciones de diseño en 4.4

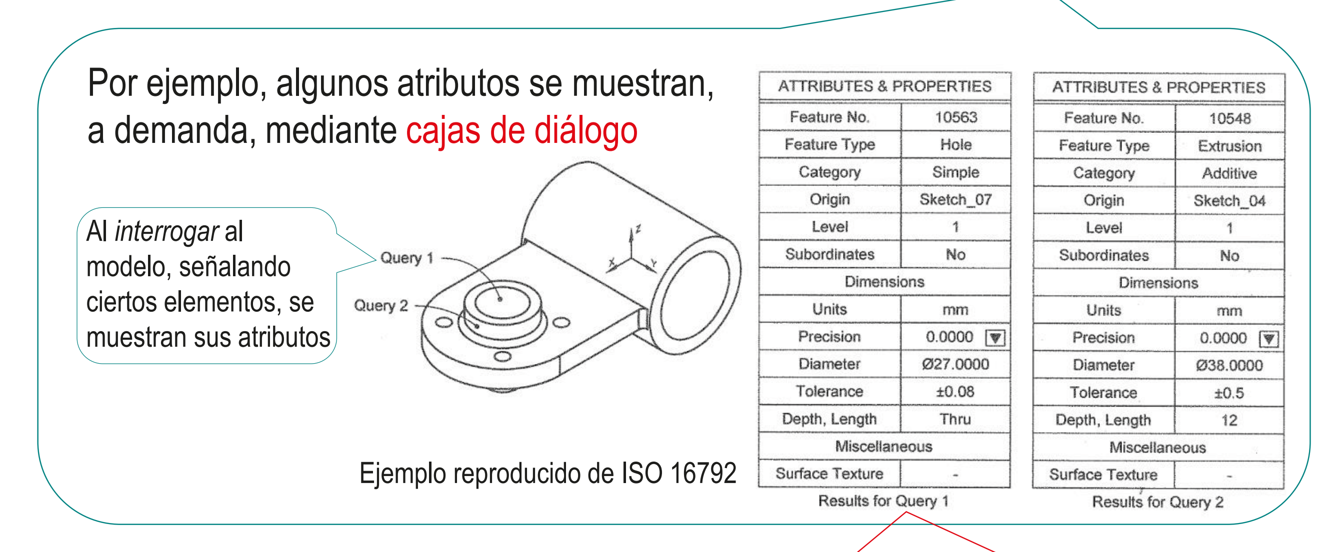
Interrogar modelos

Para que los modelos puedan ser los documentos principales de los conjuntos de datos…

…sus atributos deben ser convertibles en anotaciones…

…que deben ser visibles a demanda…

…en un proceso que se denomina interrogación



ATTRIBUTES & PROPERTIES	
Feature No.	10563
Feature Type	Hole
Category	Simple
Origin	Sketch_07
Level	1
Subordinates	No
Dimensions	
Units	mm
Precision	0.0000 ▼
Diameter	Ø27.0000
Tolerance	±0.08
Depth, Length	Thru
Miscellaneous	
Surface Texture	-

Results for Query 1

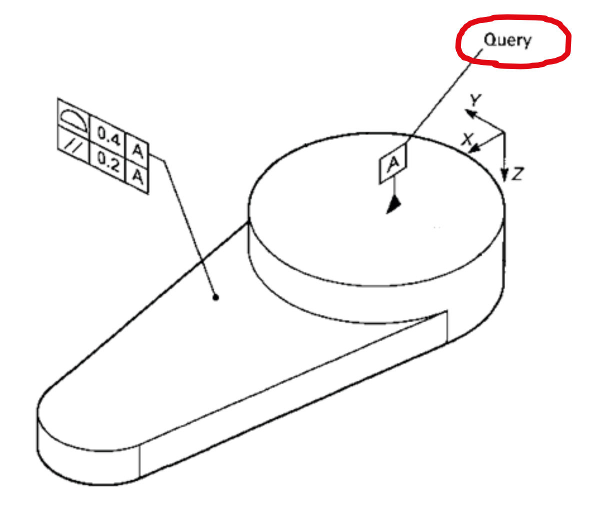
ATTRIBUTES & PROPERTIES	
Feature No.	10548
Feature Type	Extrusion
Category	Additive
Origin	Sketch_04
Level	1
Subordinates	No
Dimensions	
Units	mm
Precision	0.0000 ▼
Diameter	Ø38.0000
Tolerance	±0.5
Depth, Length	12
Miscellaneous	
Surface Texture	-

Results for Query 2

En los dibujos en papel, esa información vinculada a los modelos pueden añadirse mediante cuadros leyenda, pero no puede mostrarse u ocultarse a demanda

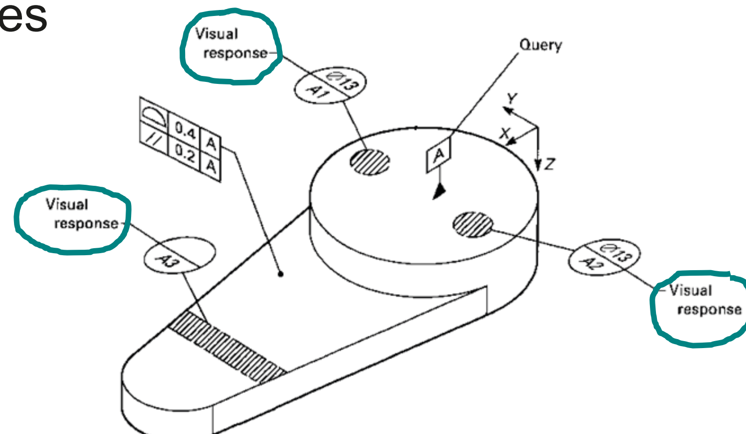
Interrogar modelos

Las interrogaciones son peticiones dinámicas de información asociada a ciertas partes del modelo



El modelo debe permitir diferentes tipos de interrogaciones:

1. Mostrar atributos del modelo (a demanda)
2. Identificar características y geometría del modelo
3. Resaltar los datums y la geometría suplementaria asociados a anotaciones

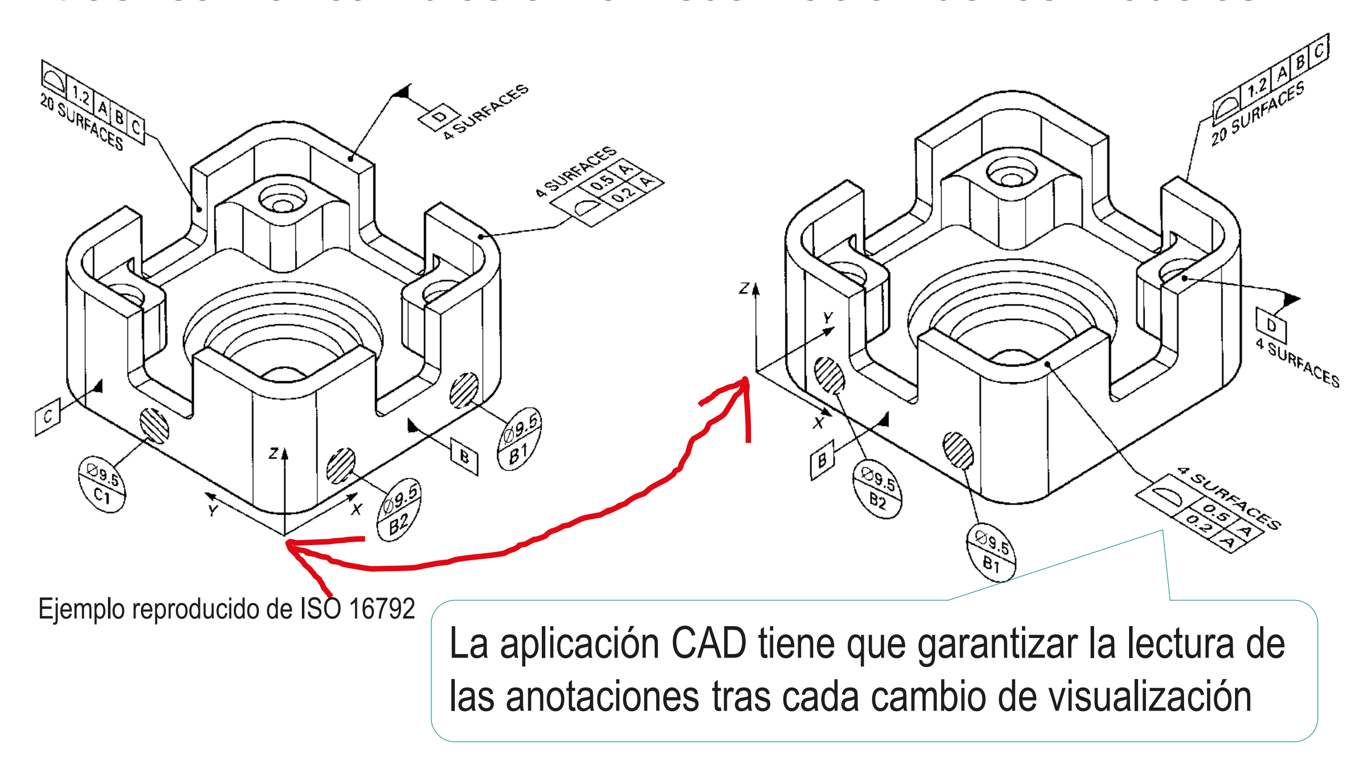


Ejemplo reproducido de ISO 16792

Interrogar modelos

¡NO se puede utilizar un paradigma MBE para documentar un producto, si no se dispone de una aplicación CAD que permita la correcta visualización de las anotaciones!

Las anotaciones tienen que poder leerse consistentemente, tras realizar cambios en la visualización de los modelos



Ejemplo reproducido de ISO 16792

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Calidad

Los documentos anotados sirven para comunicar información de modo preciso y no ambiguo, para lo que deben cumplir criterios de calidad, que atañen tanto al continente como al contenido

- √ Los criterios de calidad que atañen al continente se centran en el documento que soporta las anotaciones:
  - √ El documento anotado debe ser válido
  - √ El documento anotado debe ser completo
- √ Los criterios de calidad que atañen al contenido se centran en las propias anotaciones:
  - √ Las anotaciones deben estar completas
  - √ Las anotaciones deben ser consistentes
  - √ Las anotaciones deben debe ser concisas
  - √ Las anotaciones deben debe ser claras
  - √ Las anotaciones deben transmitir la intención de diseño

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Calidad: válido y completo

Los modelos, ensamblajes y dibujos CAD son continentes de notas válidos si cumplen las siguientes condiciones:

- √ Pueden ser encontrados
- √ Pueden ser abiertos
- √ Pueden ser usados con seguridad

El control de calidad es extensivo a formatos derivados, tales como documentos PDF, PDF 3D, etc.

Las condiciones para que un documento anotado sea completo son:

- √ Por parte del *continente*, el documento debe incluir todos y cada uno de los modelos, ensamblajes o dibujos necesarios para dar sentido a las anotaciones:
  - √ Debe incluir todos los modelos requeridos
  - √ Debe incluir todos los ensamblajes requeridos
  - √ Debe incluir todos dibujos requeridos

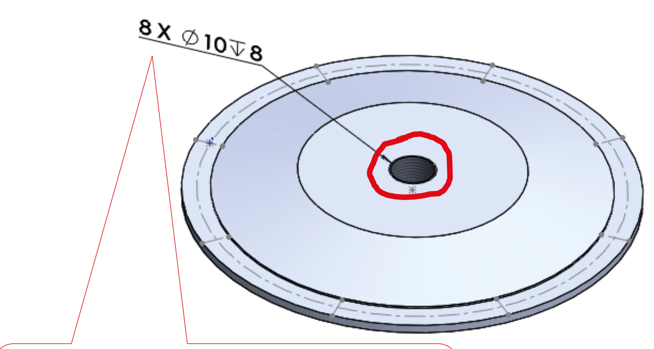
Tantos modelos, dibujos o ensamblajes como requieran las anotaciones

- √ Por parte del *contenido*, el documento debe contener todas las anotaciones requeridas:
  - √ Debe incluir las anotaciones de geometría
  - √ Debe incluir las anotaciones de fabricación
  - √ Debe incluir las anotaciones de diseño

Calidad: consistente

Las anotaciones de un documento anotado son consistentes si:

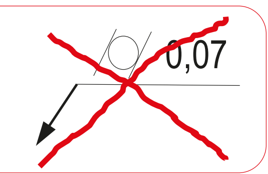
- Cada anotación está correctamente vinculada al objeto al que hace referencia:
  - La anotación se muestra allí donde mejor se describe la acción y/o el conjunto de datos al que afecta
  - La anotación también señala claramente a quien se aplica la acción y/o a quien corresponde el conjunto de datos



¡Una anotación que indica un patrón de repetición de ocho copias, no puede corresponder a un único agujero central!

- Las anotaciones cumplen toda la normativa aplicable:
  - Los símbolos son apropiados para la anotación
  - Las leyendas y parámetros son apropiados para la anotación

Por ejemplo, no es aceptable un símbolo de soldadura para indicar una tolerancia geométrica



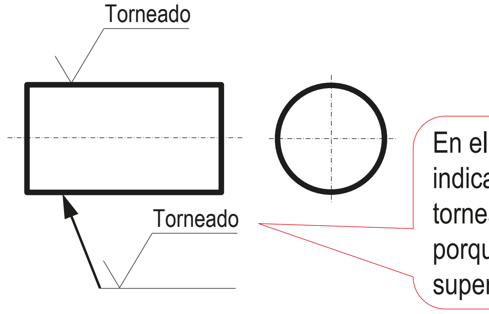
Por ejemplo, no es apropiado indicar la rugosidad de una superficie en mm

RA 1,5 mm

Calidad: conciso

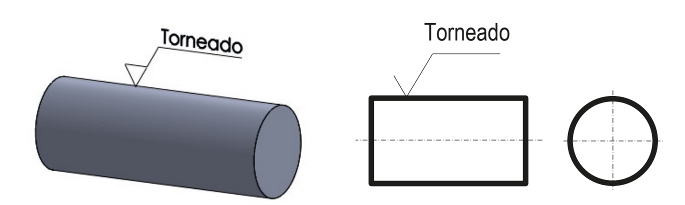
Las anotaciones de un documento anotado son concisas si:

- El documento no contiene anotaciones repetidas o redundantes:
  - Todas las anotaciones aportan información diferente al resto

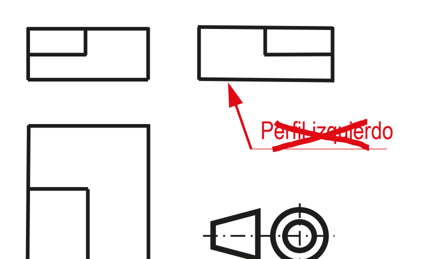


En el ejemplo, las dos indicación de fabricación por torneado son redundantes, porque apuntan a la misma superficie cilíndrica

  - Cuando una misma información se muestra en diferentes documentos vinculados, las correspondientes anotaciones también están vinculadas



- El documento no contiene anotaciones innecesarias:
  - Todas las anotaciones aportan información necesaria
  - Todas las anotaciones aportan información relevante

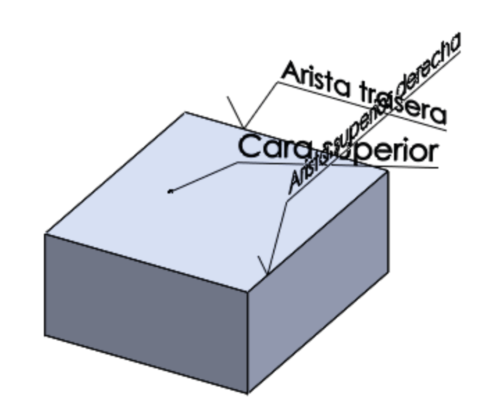


Calidad: claro

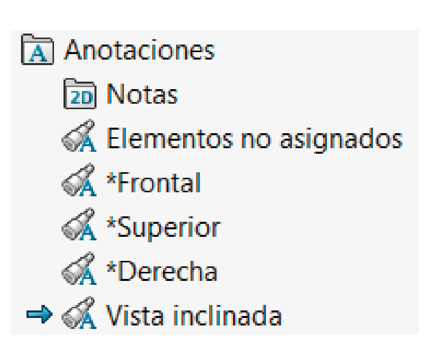
MBE
Anotar modelos
Interrogar modelos
Calidad
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño
Rúbrica
Conclusiones

Las anotaciones de un documento anotado son claras si:

- Las anotaciones deben colocarse evitando solapes y maximizando su visibilidad:
  - No se deben producir solapes entre las anotaciones y la geometría, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
  - No se deben producir solapes entre anotaciones, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas



- Las anotaciones deben agruparse en vistas de anotación coherentes:
  - Todas las anotaciones deben estar agrupadas
  - Los grupos de notas deben ser coherentes con la orientación (dirección de visualización predominante), o con la función



Calidad: intención de diseño

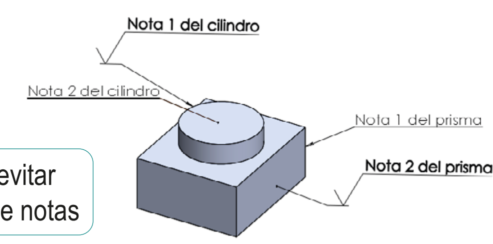
Las anotaciones de un documento anotado deben transmitir la intención de diseño:

- La ordenación de las anotaciones debe facilitar la interrogación de las propiedades y atributos del producto:
  - La ordenación de las notas debe facilitar las consultas sobre geometría
  - La ordenación de las notas debe facilitar las consultas sobre fabricación
  - La ordenación de las notas debe facilitar las consultas sobre criterios de diseño

Anotaciones
- Notas
- Elementos no asignados
- Anotaciones de geometría
- Anotaciones de fabricación
- ➡ Anotaciones de diseño

- Se deben elegir las mejores anotaciones para ayudar a entender la relación del producto con su información:
  - La colocación de las notas debe ayudar a entender las relaciones entre ellas, y ente éstas y los productos
  - El documento se debe anotar sin "transferencia" de notas

Utilizando el tipo de nota más apropiado, para evitar alterar la información que se transmite mediante notas



Calidad: rúbrica

Los criterios de validez pueden comprobarse mediante una rúbrica de evaluación

#	Criterio
N1	**El documento anotado es válido**
N1.1	Tanto el fichero del documento anotado como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
N1.1a	El fichero del documento anotado tiene el contenido y nombre esperados, y está en la ubicación esperada
N1.1b	Todos los documentos vinculados al documento anotado son accesibles, incluso cuando las librerías no están disponibles o cuando hay problemas de compatibilidad entre versiones
N1.2	El fichero del documento anotado puede ser abierto
N1.2a	El fichero del documento anotado puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
N1.2b	El fichero del documento anotado es compatible con la aplicación (CAD, PDF, etc.) del receptor
N1.3	El fichero del documento anotado puede ser usado
N1.3a	El fichero del documento anotado está libre de mensajes de error
N1.3b	El fichero del documento anotado está libre de operaciones en progreso

Calidad: rúbrica

Puede comprobar mediante los siguientes criterios de una rúbrica de evaluación si un documento anotado está completo:

#	Criterio
N2	**El documento anotado está completo**
N2.1	El documento anotado incluye todos los modelos, ensamblajes y dibujos necesarios para dar sentido a las anotaciones
N2.1a	El documento anotado incluye todos los modelos requeridos
N2.1b	El documento anotado incluye todos los ensamblajes requeridos
N2.1c	El documento anotado incluye todos los dibujos requeridos
N2.2	El documento anotado incluye todas las anotaciones requeridas
N2.2a	El documento anotado incluye todas las anotaciones de geometría requeridas
N2.2b	El documento anotado incluye todas las anotaciones de fabricación requeridas
N2.2c	El documento anotado incluye todas las anotaciones de diseño requeridas

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Calidad: rúbrica

MBE

Anotar modelos

Interrogar modelos

Calidad

Válido

Completo

Consistente

Conciso

Claro

Int. de diseño

Rúbrica

Conclusiones

Puede comprobar mediante los siguientes criterios de una rúbrica de evaluación si las anotaciones de un documento anotado son consistentes:

#	Criterio
N3	**Las anotaciones del documento anotado son consistentes**
N3.1	Las anotaciones están bien vinculadas a los modelos, ensamblajes o dibujos
N3.1a	Cada anotación está presente en aquel documento principal que muestra la característica a controlar o la información a vincular
N3.1b	Cada anotación señala claramente el elemento con el que guarda relación
N3.2	Las anotaciones cumplen las normas aplicables
N3.2a	Los símbolos son apropiados para el tipo de anotación
N3.2b	Las leyendas y parámetros son apropiados para el tipo de anotación

Calidad: rúbrica

Puede comprobar mediante los siguientes criterios de una rúbrica de evaluación si ñas anotaciones de un documento anotado son concisas:

#	Criterio
N4	**Las anotaciones del documento anotado son concisas**
N4.1	No hay anotaciones repetidas o redundantes
N4.1a	Todas las anotaciones aportan información diferente al resto
N4.1b	Las anotaciones que se muestran en diferentes documentos vinculados, están también vinculadas entre sí
N4.2	No hay anotaciones innecesarias o irrelevantes
N4.2a	Todas las anotaciones aportan información necesaria
N4.2b	Todas las anotaciones aportan información relevante

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Calidad: rúbrica

Puede comprobar mediante los siguientes criterios de una rúbrica de evaluación si las anotaciones de un documento anotado son claras:

#	Criterio
N5	**Las anotaciones del documento anotado son claras**
N5.1	Las anotaciones están colocadas evitando solapes y maximizando su visibilidad
N5.1a	No se producen solapes entre las anotaciones y la geometría, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
N5.1b	No se producen solapes entre anotaciones, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
N5.2	Las anotaciones están agrupadas en vistas de anotación coherentes
N5.2a	Todas las anotaciones están agrupadas
N5.2b	Los grupos de notas son coherentes con la dirección de visualización predominante

Calidad: rúbrica

Puede comprobar mediante los siguientes criterios de una rúbrica de evaluación si las anotaciones de un documento anotado transmiten intención de diseño:

#	Criterio
N6	**Las anotaciones del documento anotado transmiten la intención de diseño**
N6.1	La ordenación de las anotaciones facilita la interrogación de las propiedades y atributos del producto referido en el documento
N6.1a	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre geometría
N6.1b	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre fabricación
N6.1c	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre criterios de diseño
N6.2	Las anotaciones ayudan a entender la relación del producto con la información que muestran
N6.2a	La colocación de las notas ayuda a entender sus relaciones mutuas, y sus relaciones con los productos
N6.2b	No hay “transferencia” de notas que altere la naturaleza de la información que se transmite, o su relación con el producto

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

1

El paradigma MBE está cambiando la forma de gestionar la documentación técnica:

- √ Está claro que MBE se debe acabar imponiendo al método clásico de diseño mediante dibujos

  ¡Porque supone una ventaja competitiva!

- √ Está claro que no es rentable duplicar información para soportar simultáneamente MBE y el método clásico de diseño mediante dibujos

  ¡Porque supone un sobrecoste importante!

- √ Pero el paradigma MBE no se ha consolidado:
  - √ Porque las normas no son suficientemente claras
  - √ Porque faltan estrategias eficientes de implantación

  ¡No se puede utilizar el paradigma MBE si la aplicación CAD no es consistente en la visualización de anotaciones y/o no permite interrogaciones!

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

2 Las normas sobre gestión de anotaciones son complejas y muy extensas:

√ La mayoría de los símbolos utilizados en los diseños de productos industriales está normalizada

GPS es un lenguaje de símbolos para expresar tolerancias y transmisión de requisitos de la geometría de la pieza en dibujos técnicos

GPS intenta eliminar la ambigüedad al expresar los requisitos funcionales de las piezas

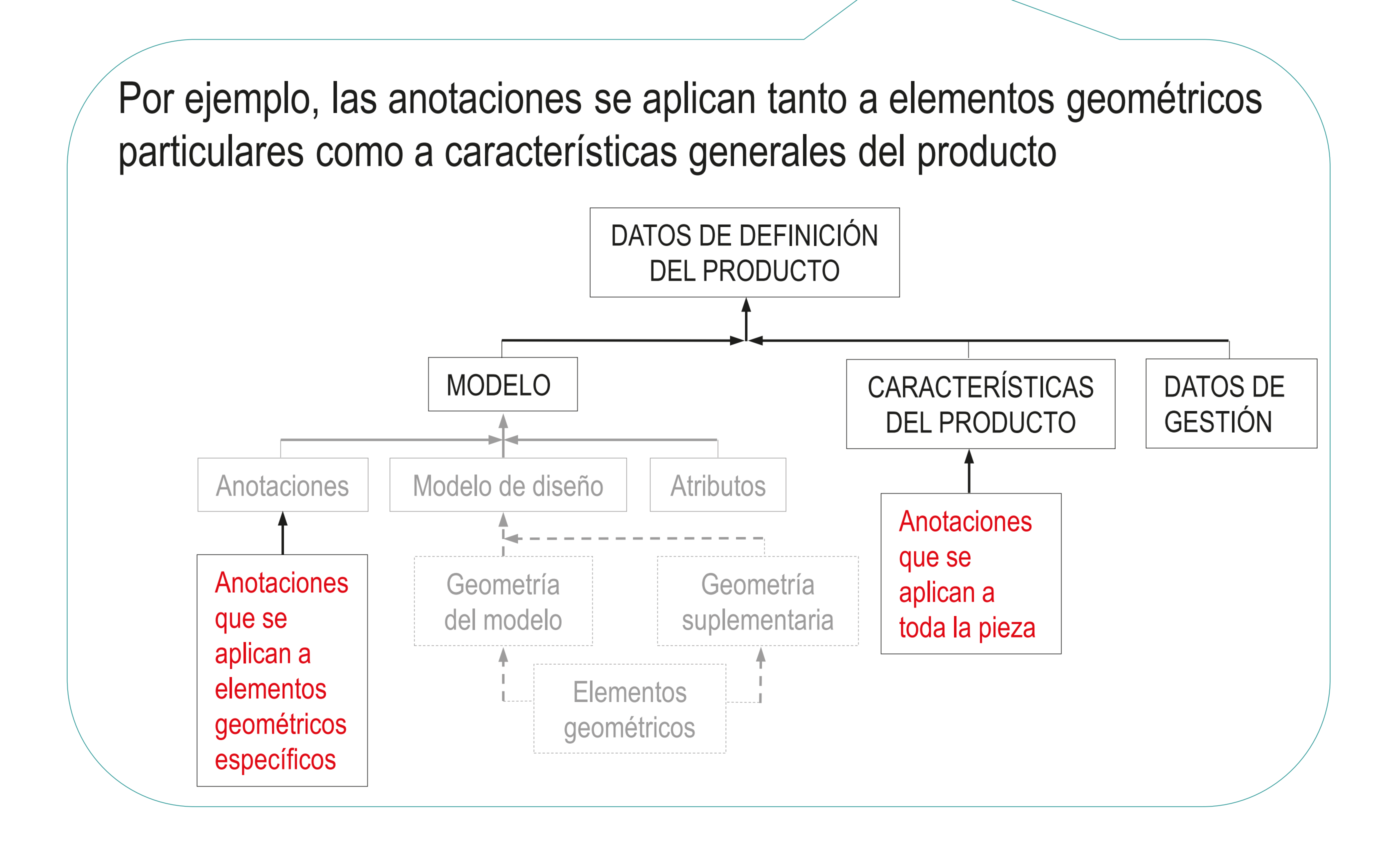
Los beneficios de GPS vienen de evitar que piezas no funcionales sean aceptadas y pasen al montaje

√ Pero queda mucha información susceptible de enriquecer a un modelo CAD, que todavía no tiene representación simbólica normalizada

√ Las normas de anotaciones en modelos requieren gestionar la colocación y el agrupamiento, para gestionar la visualización y la interrogación dinámica de las anotaciones

Conclusiones

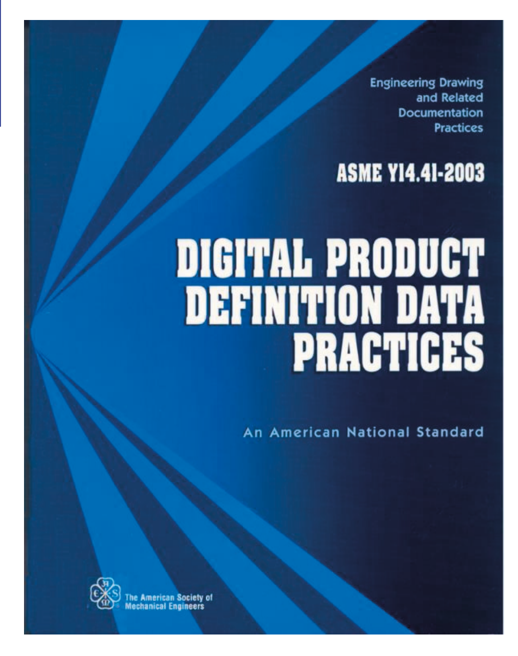
3 Se están desarrollando propuestas que sobrepasan los criterios sobre anotaciones de ASME Y14.41-2012 e ISO 16792-2015

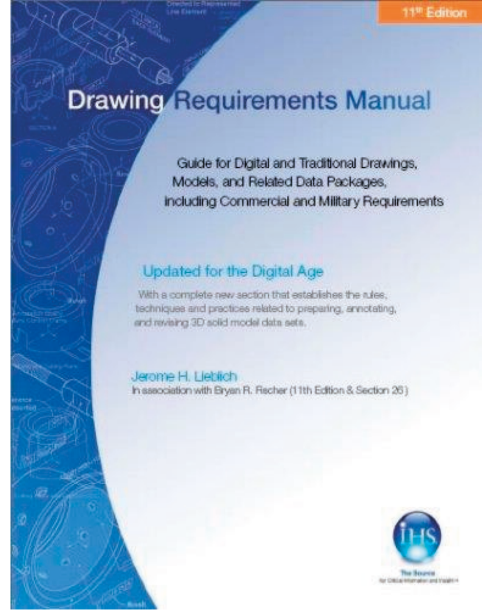


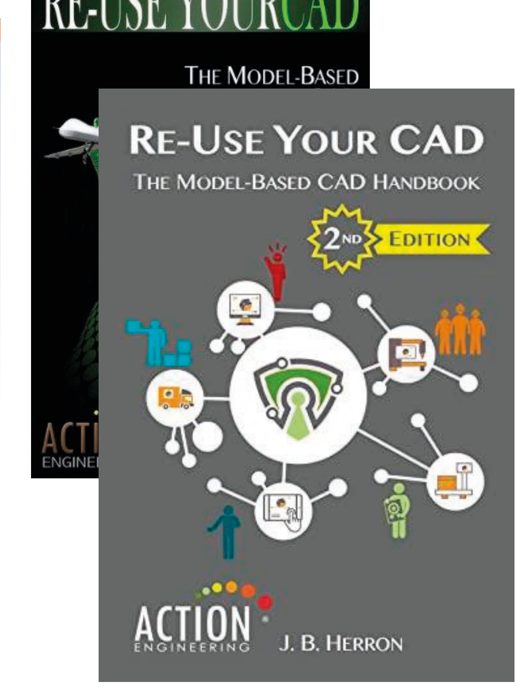
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Para repasar







Section 26. Digital data sets and 3D solid modeling

Introducción

Anotar un modelo sólido (o un ensamblaje) requiere cuatro tareas:

1. Crear notas

   Use el editor de anotaciones específico para instanciar las notas

2. Colocar notas

   Las anotaciones en dibujos siempre son coplanarias con la hoja de dibujo, pero las anotaciones en modelos pueden tener cualquier orientación espacial

3. Agrupar notas

   Las anotaciones pueden agruparse para favorecer un tratamiento conjunto de aquellas notas que tienen relación funcional, aún teniendo colocaciones dispares

4. Visualizar notas

   La visualización de las anotaciones debe poder controlarse, para evitar aglomeraciones y para facilitar interrogaciones

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

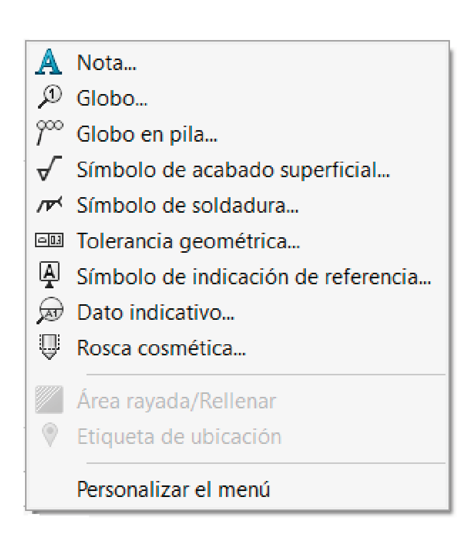
Crear anotaciones

Para crear notas se usan editores de anotaciones

Alternativamente, siga las estrategias para dibujar símbolos con aplicaciones CAD, descritas en la lección 3.5

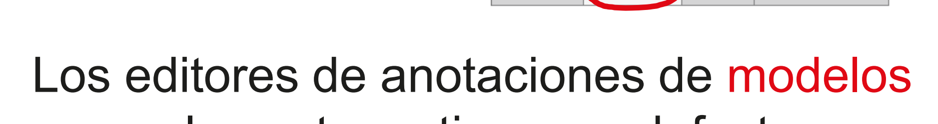
Los editores de anotaciones suelen gestionar por separado cada uno de los diferentes tipos de anotaciones recogidos en las normas ASME Y14.41 e ISO 16792

- Cotas
- Tolerancias
- Símbolos
- Notas
- Textos



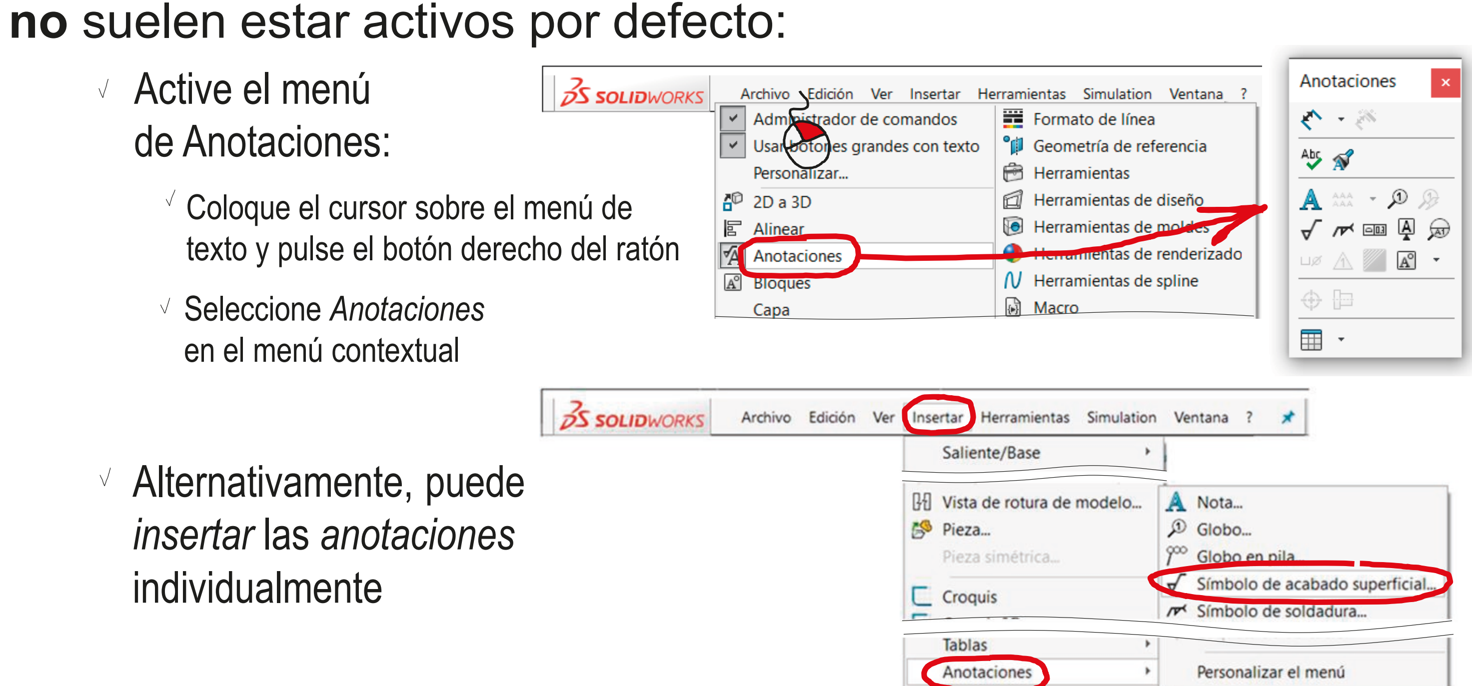
Crear anotaciones

Los editores de anotaciones de dibujos se invocan desde menús de gestión de anotaciones que suelen estar activos por defecto



Los editores de anotaciones de modelos **no** suelen estar activos por defecto:

- Active el menú de Anotaciones:
  - Coloque el cursor sobre el menú de texto y pulse el botón derecho del ratón
  - Seleccione *Anotaciones* en el menú contextual
- Alternativamente, puede *insertar* las *anotaciones* individualmente



Crear anotaciones

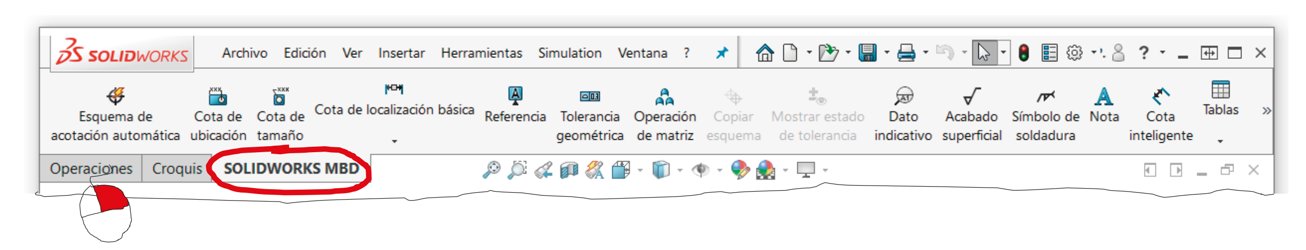
El módulo MBD de SolidWorks reagrupa los recursos que la aplicación CAD tiene dispersos, y los complementa con opciones avanzadas para gestionar modelos anotados:

- Primero debe instalar el complemento, que pertenece al grupo de *Comunicación técnica*

Sólo es posible si la licencia incluye el módulo



- Luego puede añadir la cinta del menú, pulsando con el botón derecho en cualquier pestaña y activando el menú *SolidWorks MBD*



ISBN: 978-84-18951-43-5

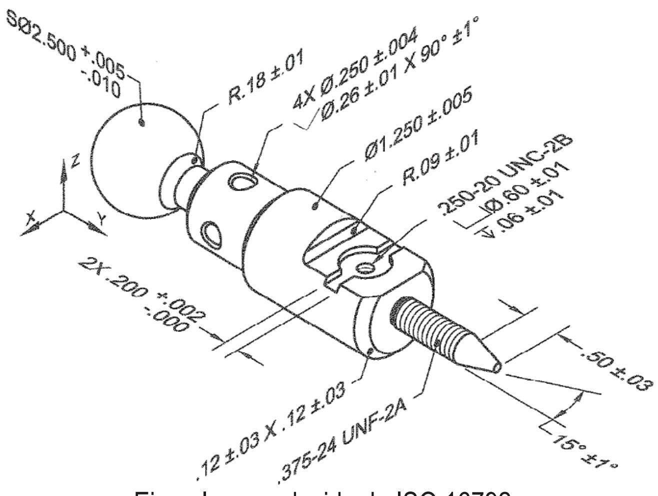
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Colocar anotaciones

En algunos casos las anotaciones se colocan en posiciones arbitrarias

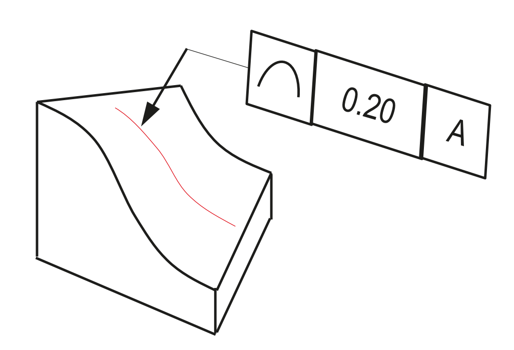
Más frecuentemente, las anotaciones se colocan vinculadas a la geometría:

- Las anotaciones se vinculan al modelo o dibujo apoyadas directamente, o mediante líneas de referencia



Ejemplo reproducido de ISO 16792

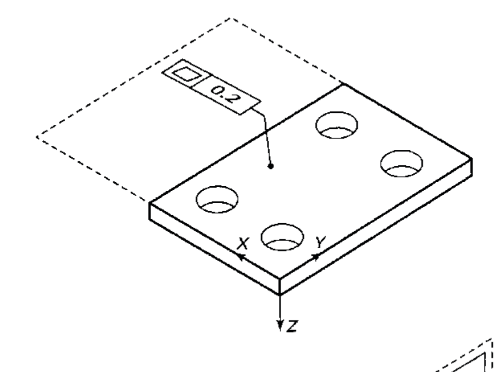
- Las anotaciones se pueden vincular al modelo o dibujo mediante geometría suplementaria



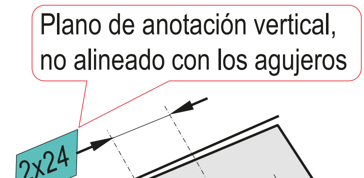
Colocar anotaciones

Se parte del criterio de colocación de anotaciones en dibujos y se generaliza a modelos:

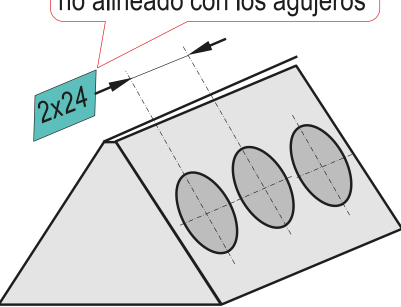
- √ Las anotaciones deben colocarse en planos de anotación



- √ Los planos de anotación deben ser coincidentes o perpendiculares al elemento anotado



- √ Se aceptan excepciones en la colocación, encaminadas a alinear los planos de anotación con planos principales

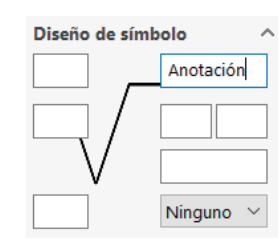


ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

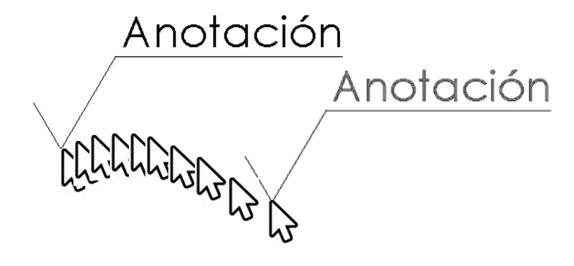
Colocar anotaciones

Para controlar la colocación de las anotaciones basta "arrastrar" la anotación instanciada hasta la posición deseada:

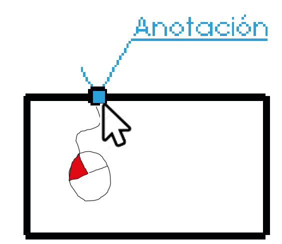
√ Al completar el proceso de instanciación, la anotación suele quedar "pegada" al cursor



√ Moviendo el cursor se puede seleccionar el lugar de colocación de la anotación



√ Pulsar el botón izquierdo del ratón sirve para seleccionar la posición actual del cursor como lugar de colocación de la anotación

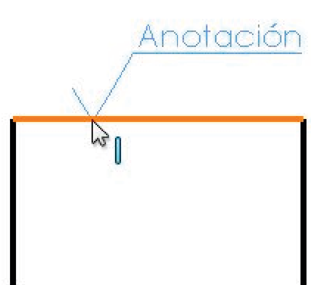


ISBN: 978-84-18951-43-5

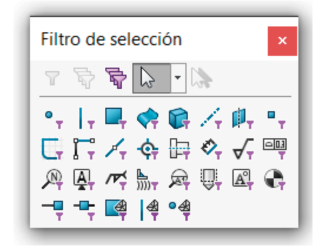
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Colocar anotaciones

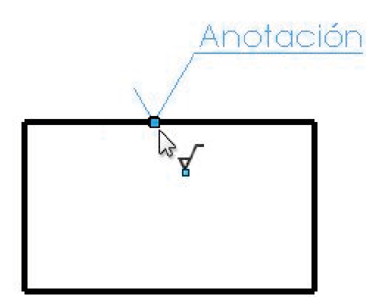
Para vincular la anotación al modelo o dibujo, debe producirse una detección (automática o forzada por el usuario) del algún elemento del modelo o del dibujo



√ Compruebe que al mover el cursor que tiene vinculada la anotación, se pueden seleccionar las diferentes entidades del modelo o el dibujo



√ Alternativamente, modifique la configuración para permitir seleccionar entidades



√ Para controlar con exactitud la colocación, debe conocer las características del *Punto de inserción o referencia* de cada anotación

Cada tipo de anotación tiene definido un punto vinculado a ella que sirve como punto de contacto entre la anotación y el elemento anotado

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

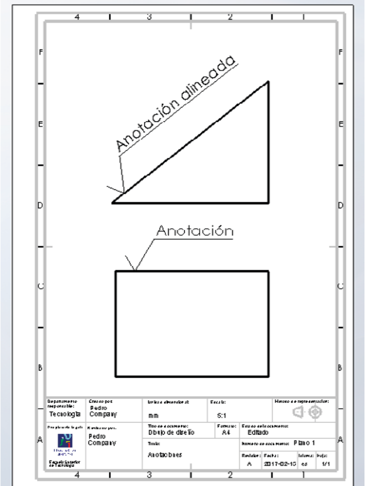
Colocar anotaciones



Para anotaciones sobre dibujos, seleccionar la vinculación de las anotaciones con las vistas es suficiente para colocarlas:

Porque la orientación sólo puede ser coplanaria con el plano de dibujo…

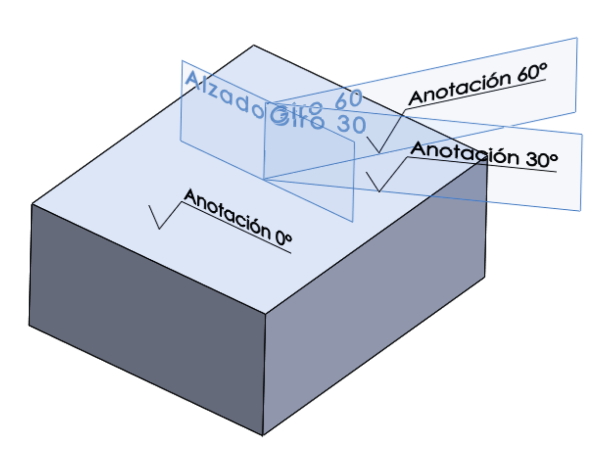
…y la rotación es nula, o la necesaria para alinear automáticamente la nota con el elemento anotado



Pero en las anotaciones de modelos, además de seleccionar la colocación…

…también es necesario seleccionar la orientación…

…y la profundidad



ISBN: 978-84-18951-43-5

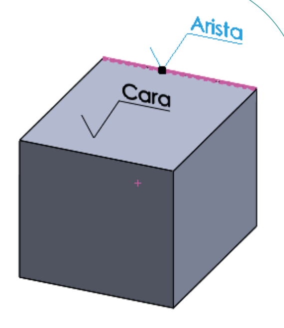
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Colocar anotaciones

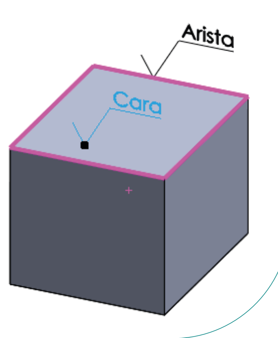
Por defecto, la anotación hereda la orientación del elemento al que anota

Por ejemplo:

- Un símbolo vinculado a una arista "hereda" la orientación colineal de la arista
- Además, puede editarse para que el punto de inserción se desplace dentro de la arista



- Un símbolo vinculado a una cara "hereda" la orientación perpendicular a la cara
- Además, puede editarse para que el punto de inserción se desplace dentro de la cara





Pero el criterio puede ser insuficiente (o ambiguo) para determinar completamente la orientación de las anotaciones

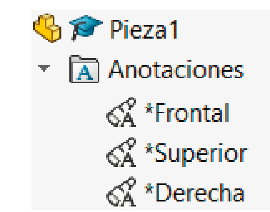
Colocar anotaciones



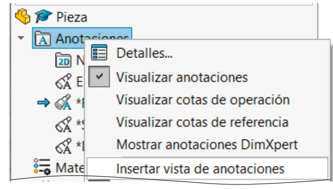
La solución de muchas aplicaciones CAD es vincular las anotaciones a planos de anotación:

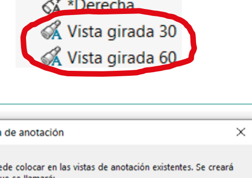
- Los planos de referencia se usan como planos de anotación por defecto

  SolidWorks® los lama *Vistas de anotación*



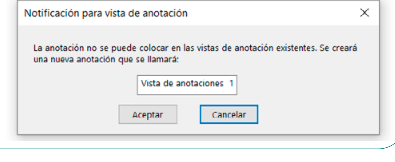
- En cualquier momento se pueden añadir nuevos planos de anotación:
  - Los puede crear el usuario, mediante el comando *Insertar vista de anotaciones*





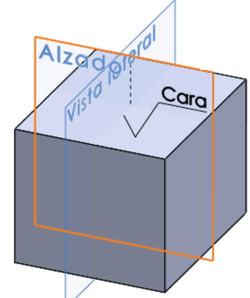
  - Las puede crear automáticamente la aplicación, al anotar algo vinculado a cierta geometría con orientación oblicua

Los casos ambiguos se resuelven pidiendo más referencias al usuario



- Las anotaciones se colocan en paralelo a los planos de anotación

  Se controla la orientación de la anotación, no su profundidad



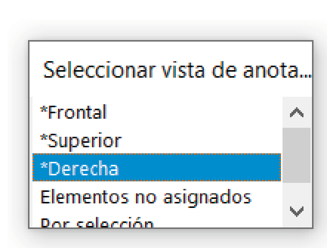
Colocar anotaciones

Si la anotación no se orienta automáticamente del modo deseado, puede cambiar el plano de anotación después de colocarla:

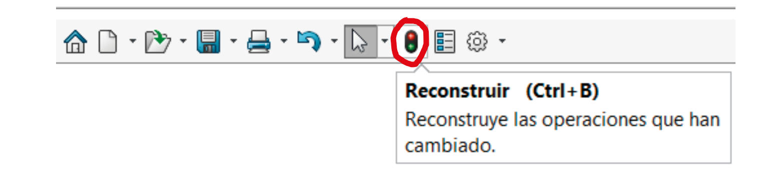
- Seleccione la anotación
- Pulse el botón derecho para obtener el menú contextual

Cara superior
Cara izquierda
Cara delantera
Cara inferior
erecha
Herramientas de selección
Zoom/Trasladar/Girar
Comandos recientes
Cota inteligente
Anotaciones
Agregar a la biblioteca
Seleccionar vista de anotaciones (*Frontal)

- Seleccione la vista de anotaciones deseada



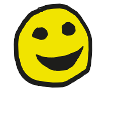
- *Si la anotación no re reorienta automáticamente, Reconstruya* la imagen que se muestra en pantalla



Colocar anotaciones

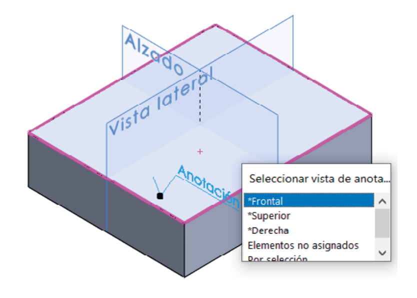


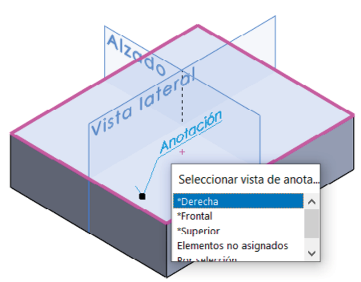
La “profundidad” de la anotación hace referencia al hecho de que una anotación vinculada al un plano de anotación no se sitúa necesariamente en dicho plano, sino en un plano paralelo

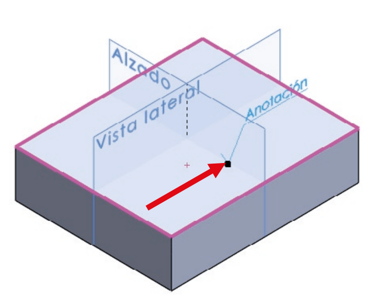


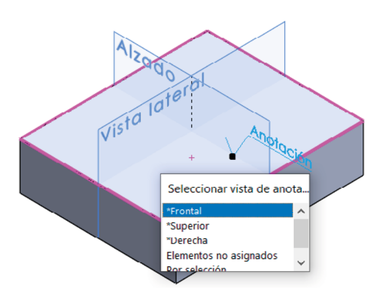
Puesto que “arrastrar” la nota sólo permite desplazarla dentro del plano en el que está contenida, para cambiar la profundidad se aconseja:

- √ Cambiar la nota a un plano perpendicular
- √ Arrastrar la nota dentro del plano perpendicular para cambiar su profundidad
- √ Devolver la nota a su plano de anotación anterior









Colocar anotaciones

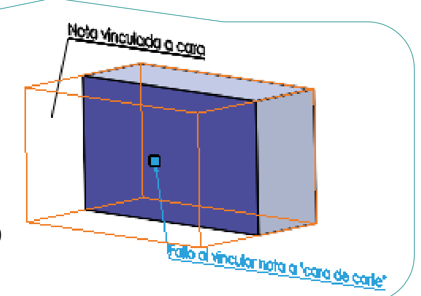


La funcionalidad de ajuste (snap) no es fiable para vincular las líneas guía de las anotaciones a la geometría del modelo

Por ejemplo:

La herramienta de anotaciones detecta fácilmente las caras y aristas de los modelos…

…sin embargo, no se detectan las caras o aristas producidas por una vista cortada



Para controlar con precisión la localización de las notas se puede agregar geometría suplementaria y usarla como "asas" para vincular notas a la geometría:

- √ Los puntos datum son asas válidas para todo tipo de notas

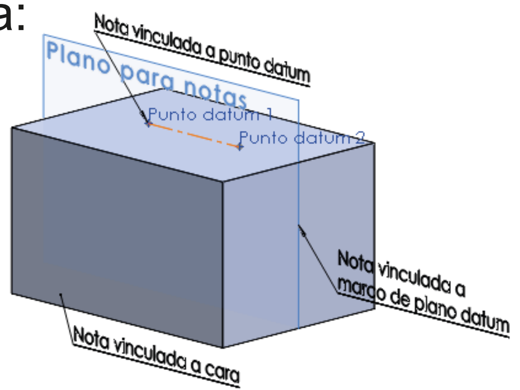
  Se pueden colocar con ayuda de croquis auxiliares

- ✗ Los ejes datum son difíciles de detectar

- √ Los marcos de los planos datum son detectables para las flechas de referencia

  La punta de la línea directriz de la anotación solo se puede vincular al marco rectangular utilizado para visualizar el plano de referencia, y no al plano en sí

  Cambiar el tamaño del marco afecta a las líneas guía que se vincularon al plano anteriormente



Agrupar anotaciones

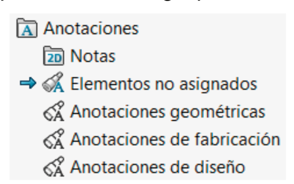
Las aplicaciones CAD suelen tener un gestor que permite agrupar las anotaciones

Las principales características del gestor de grupos son:

- Se puede usar el mismo gestor de colocación para definir grupos funcionales

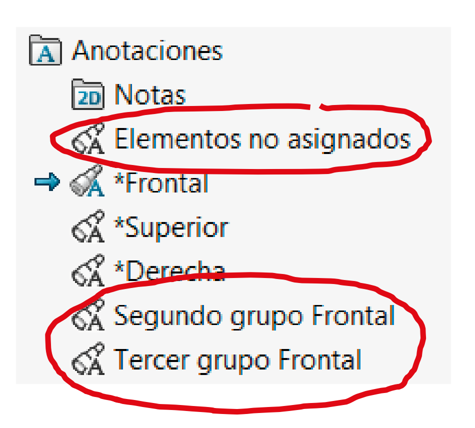
Los gestores de anotaciones agrupan en base a la orientación de las anotaciones…

…pero se pueden añadir grupos funcionales:



- Para evitar situaciones ambiguas en la asignación de grupos, suele haber por defecto un grupo que contiene automáticamente a las anotaciones no agrupadas

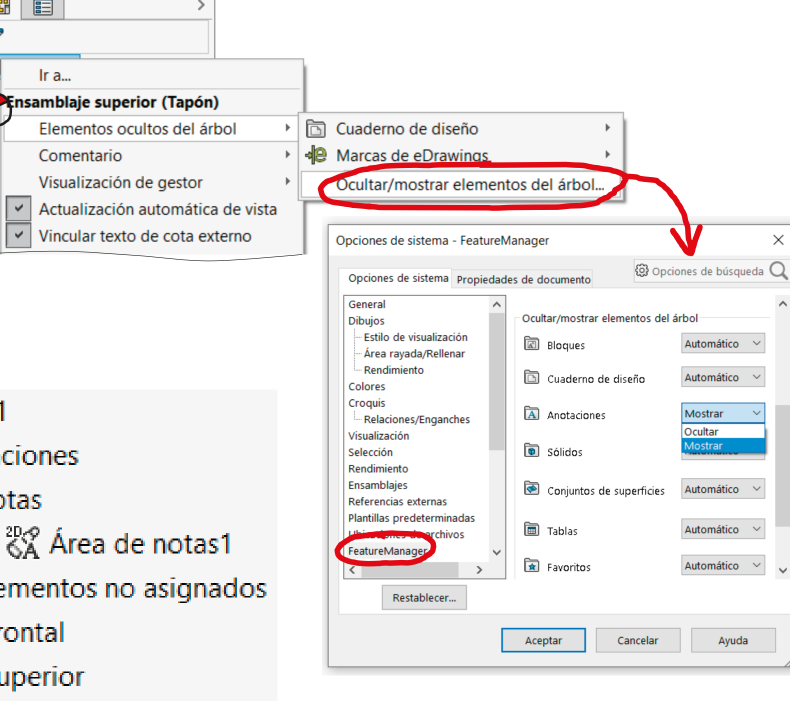
- El gestor de grupos suele permitir diferentes grupos con la misma orientación



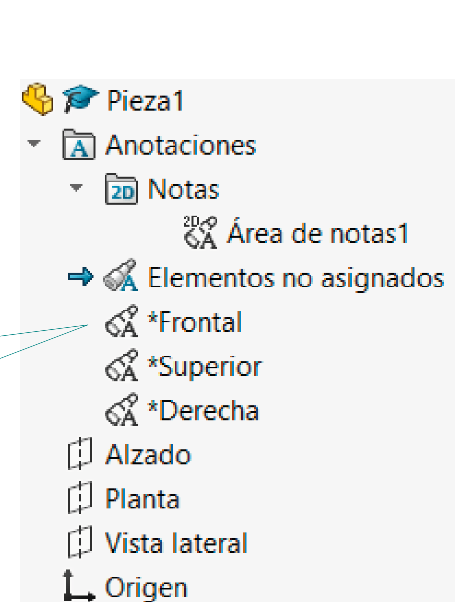
Agrupar anotaciones

En SolidWorks®, los grupos de anotaciones se gestionan desde una carpeta *Anotaciones* incluida en el *Feature manager*

√ Si la carpeta de *Anotaciones* no está visible en el *Feature Manager*, puede hacerla visible activando las *Opciones*



√ Desplegando la carpeta *Anotaciones* se muestran los grupos predefinidos



Los grupos predefinidos corresponden a los planos de referencia principales

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Agrupar anotaciones

Introducción

Crear

Colocar

Agrupar

Visualizar

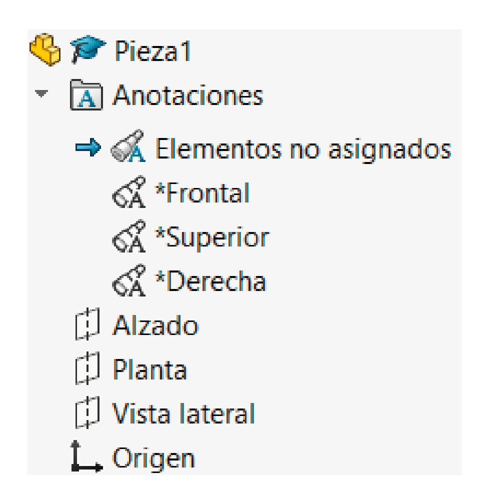
Conclusiones

√ Los estados de los diferentes grupos se indican mediante los iconos que los acompañan

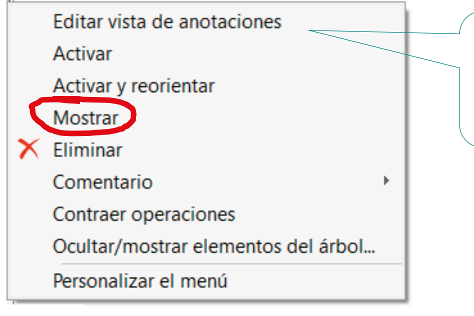
√ El grupo activo se identifica con una flecha (➡)

√ Los iconos de los grupos visibles están coloreados ( )

√ Los iconos de los grupos ocultos están sin colorear ( )



√ Para cambiar la visibilidad de un grupo (→), basta abrir su menú contextual (botón derecho del ratón) y seleccionar la opción contraria a la actual



¡Observe que hay más opciones de edición!

√ Para cambiar el grupo activo (➡), basta hacer doble click en el nuevo grupo activo

Agrupar anotaciones



A partir de la versión de 2020, el módulo MBD de SolidWorks permite ver y editar las anotaciones vinculadas a cada una de las *vistas de anotación*

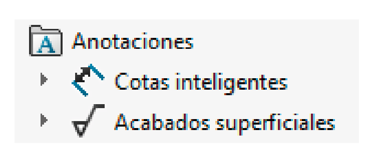
Anotaciones
Notas
Elementos no asignados
*Frontal
D1@Croquis1(50)
D2@Croquis1(45)
Acabado superficial14
Acabado superficial16
Acabado superficial23
Acabado superficial24
*Superior
D1@Bloque(60)
Acabado superficial15
*Derecha

Además, hay diferencias en la gestión de las vistas de anotación:

- √ La vista activa ya no se identifica con una flecha (➡), sino con un icono completamente coloreado
- √ Las notas pueden reasignarse a otra vista "pinchando" y arrastrando
- √ El menú contextual de cada nota permite controlar su visualización de modo independiente

También se pueden organizar las anotaciones por tipos

Detalles...
Visualizar anotaciones
Visualizar cotas de operación
Visualizar cotas de referencia
Mostrar anotaciones DimXpert
Mostrar anotaciones de referencia
Ordenar por tipo de anotación
Vistas dinámicas de anotación
Mostrar todas las vistas en modo de vista dinámico
Insertar vista de anotaciones
Colocar automáticamente en vistas de anotaciones
Activar la visibilidad para Vista de anotaciones
Ir a...
Contraer operaciones
Cambiar nombre de elemento de árbol
Ocultar/mostrar elementos del árbol...
Personalizar el menú



¡La opción sólo está disponible si se tiene instalado el módulo MBD!

ISBN: 978-84-18951-43-5

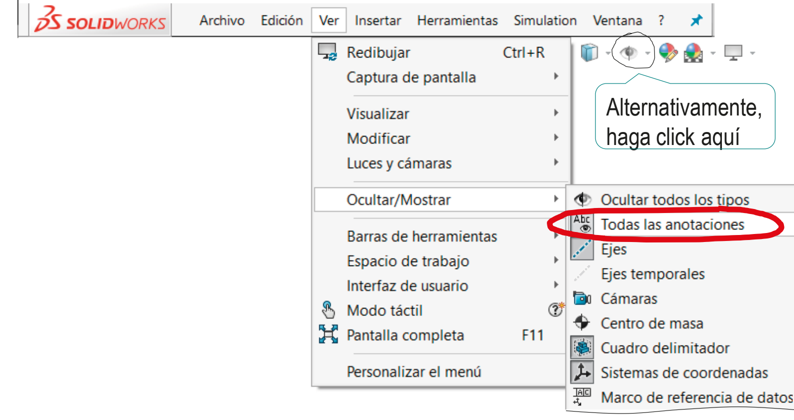
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Visualizar anotaciones

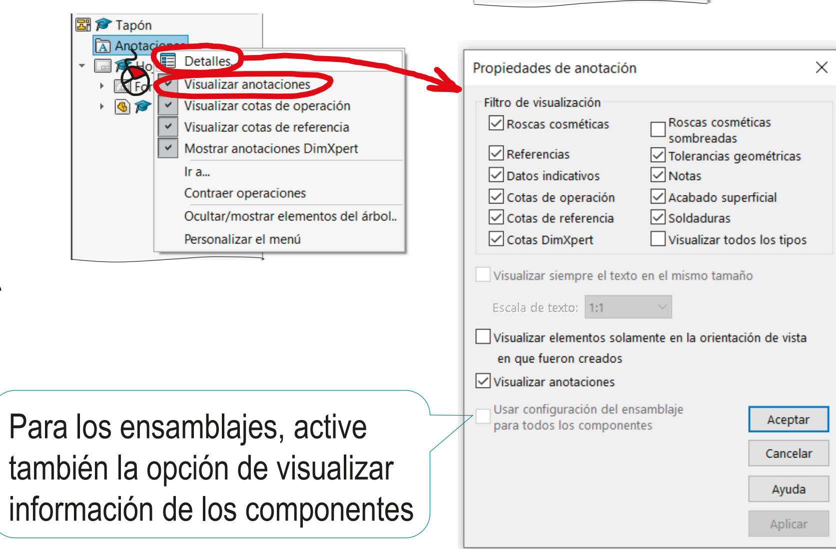
Para visualizar anotaciones en SolidWorks® hay que activar tres controles complementarios:

1. Active la opción de visualizar *todas las anotaciones* en el *menú transparente de Ver*



2. Active también la opción de *Visualizar anotaciones* en el menú contextual de la carpeta de *Anotaciones*

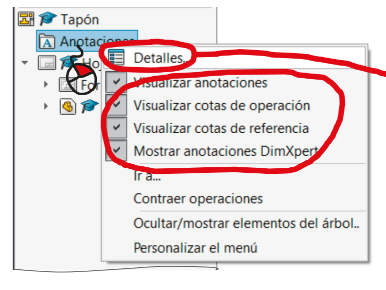
3. Finalmente, active los *Filtros de visualización* de los tipos de anotaciones que quiera visualizar



Visualizar anotaciones

Observe que el menú contextual y el diálogo de detalle permiten controlar mejor la visualización de anotaciones:

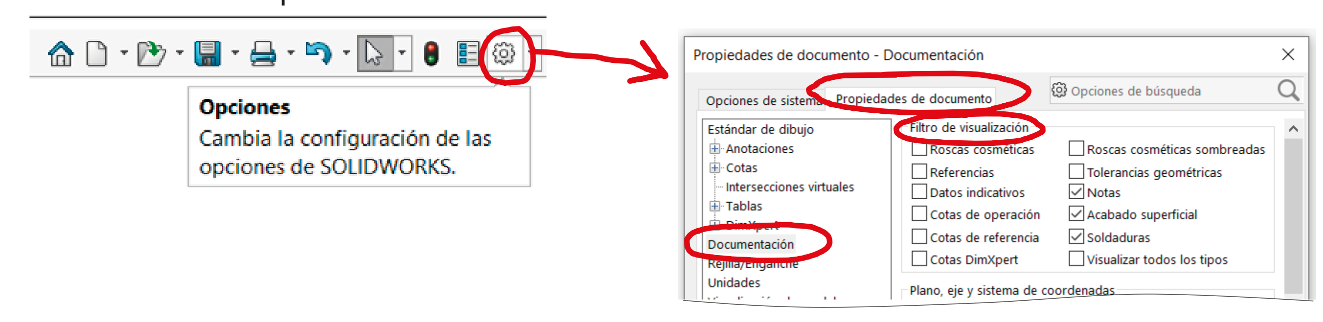
- El menú contextual de la carpeta *Anotaciones* permite gestionar la visualización de los diferentes tipos de anotaciones



Propiedades de anotación
Filtro de visualización
Roscas cosméticas
Roscas cosméticas sombreadas
Referencias
Tolerancias geométricas
Datos indicativos
Notas
Cotas de operación
Acabado superficial
Cotas de referencia
Soldaduras
Cotas DimXpert
Visualizar todos los tipos
Visualizar siempre el texto en el mismo tamaño
Escala de texto: 1:1
Visualizar elementos solamente en la orientación de vista en que fueron creados
Visualizar anotaciones
Usar configuración del ensamblaje para todos los componentes
Aceptar
Cancelar
Ayuda
Aplicar

- El tamaño de las anotaciones puede ser fijo, o cambiar con el tamaño de la vista a la que están vinculadas

Alternativamente, puede acceder a los filtros desde el menú de opciones

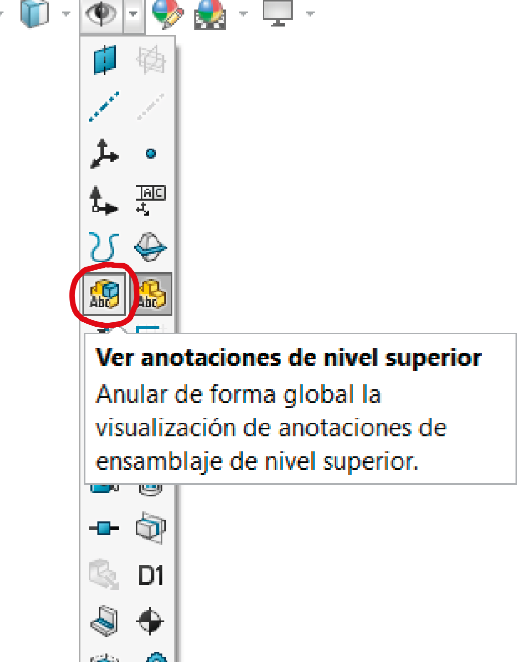


Visualizar anotaciones

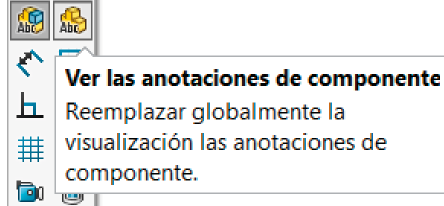


Active, además, la visualización de anotaciones en la *Barra transparente Ver* :

- Despliegue el gestor de *Ver*, en la *Barra transparente Ver*
- Active la opción de *Ver anotaciones de nivel superior*



En un fichero de un ensamblaje se pueden controlar por separado las anotaciones del ensamblaje (nivel superior), y las de sus componentes



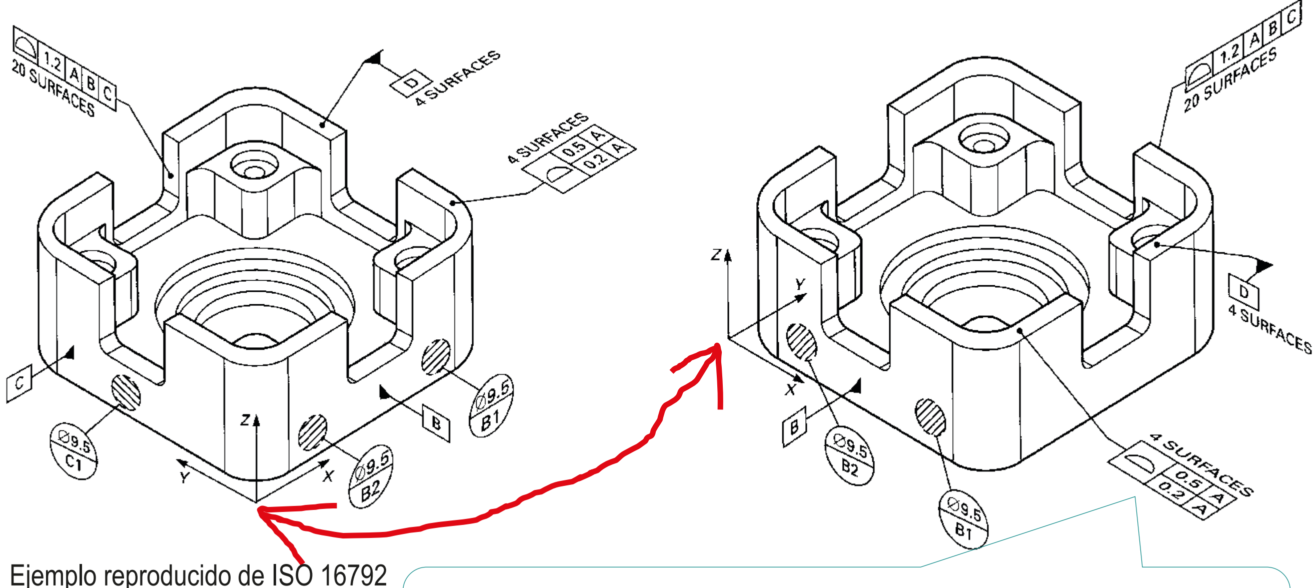


Cuando las anotaciones ya estén creadas, podrá usar el control de visualización para ocultarlas o mostrarlas a voluntad

Visualizar anotaciones

¡NO se puede utilizar un paradigma MBE para documentar un producto, si no se dispone de una aplicación CAD que permita la correcta visualización de las anotaciones!

Las anotaciones tienen que poder leerse consistentemente, tras realizar cambios en la visualización de los modelos



Ejemplo reproducido de ISO 16792

La aplicación CAD tiene que garantizar la lectura de las anotaciones tras cada cambio de visualización

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

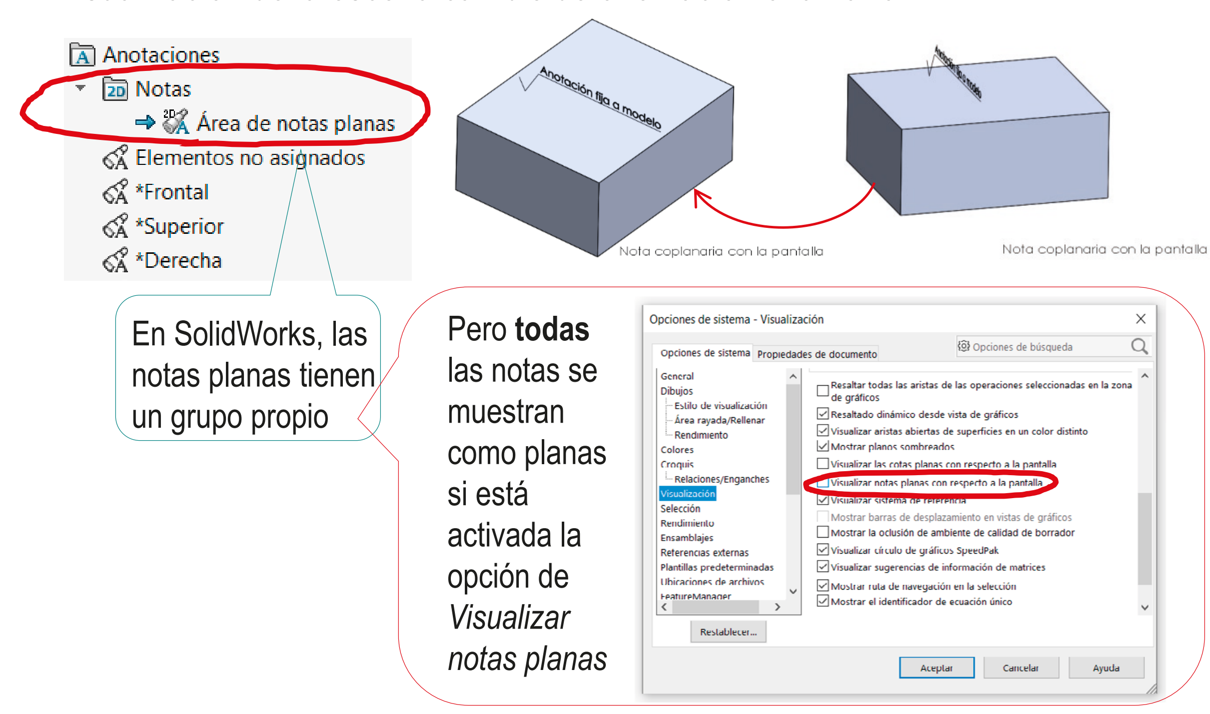
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Visualizar anotaciones

Se emplean diferentes estrategias para mejorar la visibilidad de las anotaciones:

√ Las aplicaciones que orientan dinámicamente las anotaciones, suelen tener una vista de anotaciones “Plana” o “de pantalla”

De forma que las anotaciones que pertenecen a ella se muestran siempre de frente, con independencia de que la visualización de la escena cambie de orientación o tamaño



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Visualizar anotaciones

Introducción

Crear

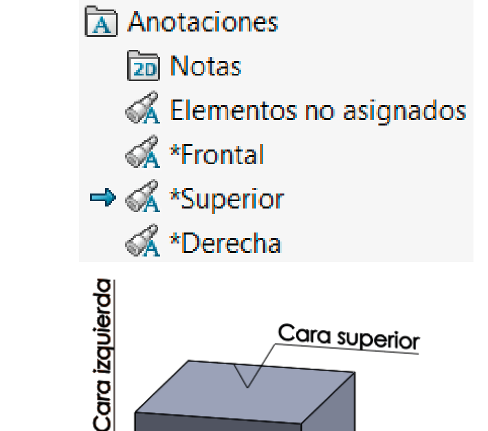
Colocar

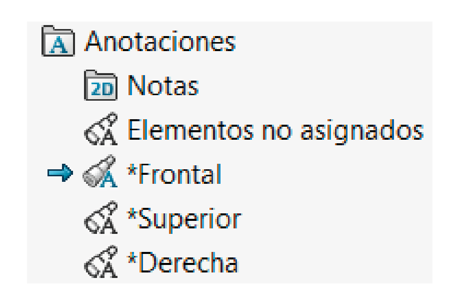
Agrupar

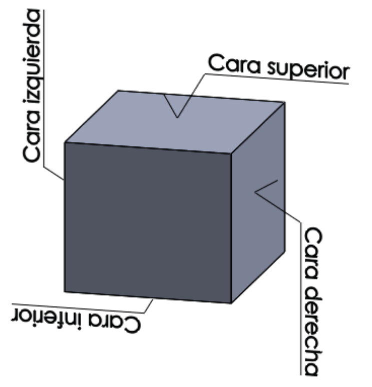
Visualizar

Conclusiones

- Los grupos de anotaciones sirven para controlar la visualización parcial de las anotaciones, que es útil para dos propósitos:
  - Evitar la visualización de las anotaciones oblicuas, debido al punto de vista
  - Usar las vistas de anotación como filtros para interrogar a la aplicación sobre grupos de aplicaciones







Visualizar anotaciones

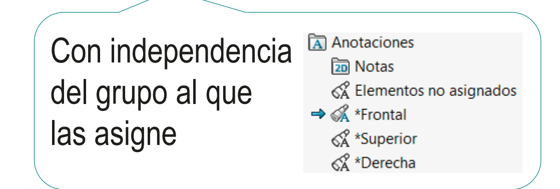
√ Las anotaciones pueden quedar vinculadas a una vista en particular, de modo que sólo sean visibles cuando se activa dicha vista:

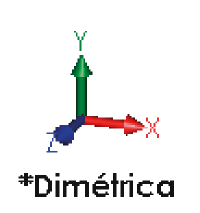
√ Guarde una vista del modelo

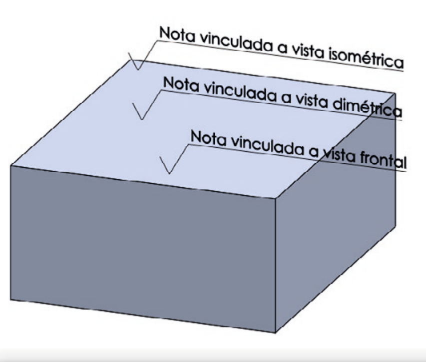
√ Active la vista del modelo guardada

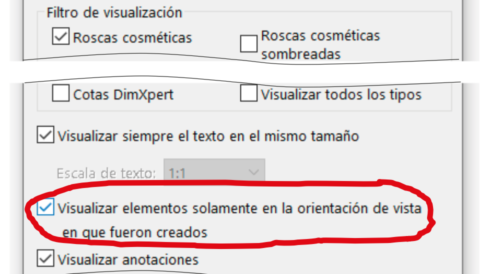
√ Defina las anotaciones que quiere vincular a esa vista

Con independencia del grupo al que las asigne



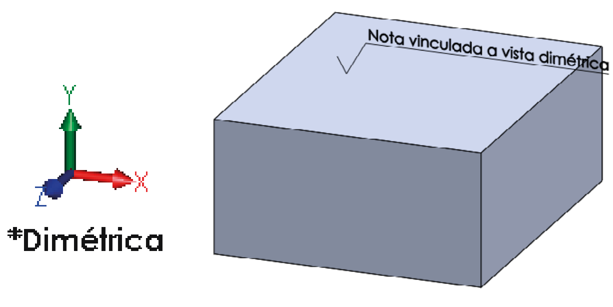






√ Repita el procedimiento para otras vistas del modelo

√ Muestre en cada vista del modelo sólo las anotaciones vinculadas a ella



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

1 Las anotaciones se crean generalmente con ayuda de editores especializados

2 Colocar las anotaciones en modelos no es trivial, porque hay que gestionar su ubicación en 3D, garantizando su correcta lectura cuando se necesite

3 Las anotaciones en modelos se agrupan con criterios basados en vistas 2D, aunque están apareciendo criterios funcionales

Utilice las anotaciones para transmitir información de:

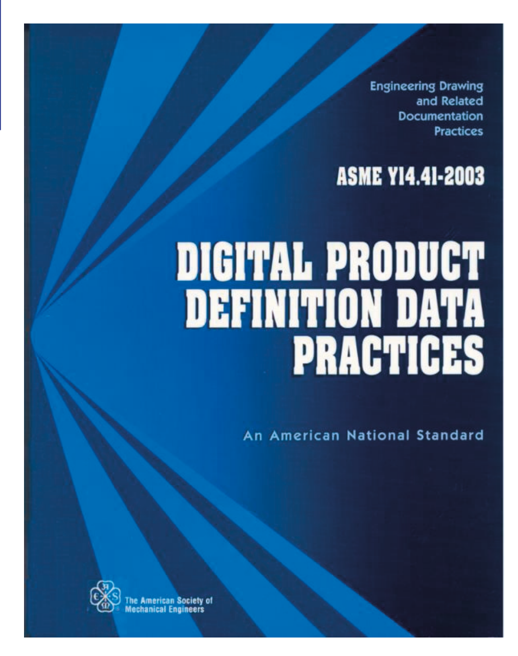
- √ Geometría
- √ Fabricación
- √ Diseño

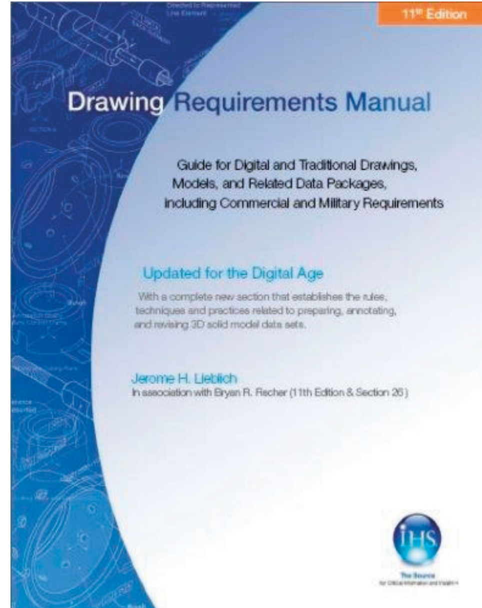
4 Las herramientas para visualizar anotaciones ayudan a interrogar a los modelos y ensamblajes, mostrando la información relevante en cada momento

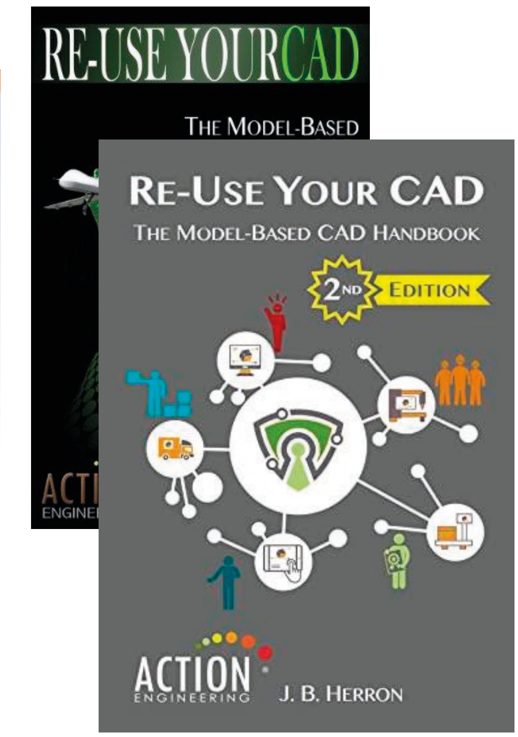
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Para repasar







Section 26. Digital data sets and 3D solid modeling

Capítulo 4.1. Anotaciones de geometría

ISBN: 978-84-18951-43-5

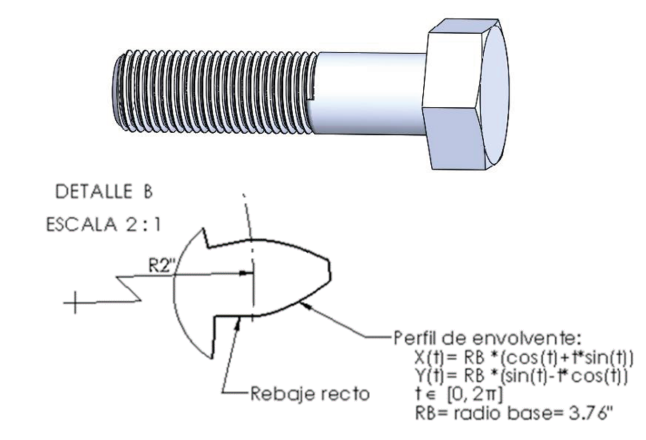
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

La forma de los productos industriales se representa generalmente mediante dibujos o modelos, que muestran la geometría

Pero, a veces, no es eficiente representar la geometría mediante dibujos o modelos:

- √ Algunas geometrías muy comunes requieren dibujos o modelos muy laboriosos

- √ Algunos tipos de información sobre los productos quedan mejor indicados mediante datos



Ciertos tipos de anotaciones normalizadas pueden reemplazar representaciones geométricas, consiguiendo una reducción del tiempo de dibujo o modelado y una mejora en la eficiencia de la comunicación de la información del producto

Tipos de anotaciones

Atendiendo a *cómo* se anota, las anotaciones de geometría se pueden clasificar en tres tipos:

1. Figuras simplificadas
2. Anotaciones simbólicas
3. Anotaciones de texto

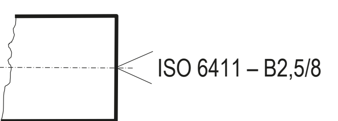
Muchas normas de simplificación de geometría incluyen leyendas que informan sobre geometría mediante anotaciones que se vinculan al modelo/dibujo



La clasificación no está normalizada, porque no hay una norma con criterios generales sobre tipos de anotaciones de geometría…

…por el contrario, los diversos criterios particulares están recogidos en multitud de normas específicas

Algunos criterios son tan particulares como el símbolo que indica los agujeros de centrado para torneado, recogido en la norma UNE-EN ISO 6411:1998



Además, los diferentes tipos se pueden combinar para dar lugar a anotaciones mixtas

Tipos de anotaciones

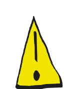


En algunos casos, la ausencia de anotaciones se interpreta como "presencia" de un cuarto tipo:

4 Anotaciones implícitas

Por ejemplo, la norma BS 8888:2011 define los siguientes criterios para considerar que existen anotaciones implícitas:

- √ Cuando dos componentes están alineados, no es necesario incluir una cota para indicar que la separación entre ellos es 0, o el ángulo entre ellos es 0°
- √ Cuando dos componentes son paralelos, no es necesario incluir una cota para indicar que el ángulo entre ellos es 0° o 180°
- √ Cuando dos componentes son perpendiculares, no es necesario incluir una cota para indicar que el ángulo entre ellos es 90°
- √ Cuando varios componentes están equiespaciados siguiendo un patrón circular, no es necesario incluir una cota para indicar el ángulo entre ellos
- √ Cuando los agujeros son pasantes, no es necesario mostrarlos mediante vistas cortadas o indicarlo mediante anotaciones



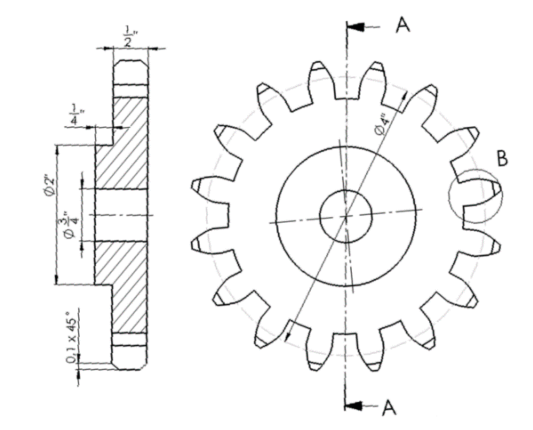
Las anotaciones implícitas deben usarse sólo cuando no haya peligro de crear ambigüedades o provocar malas interpretaciones

Tipos de anotaciones

Atendiendo a *dónde* se anota, se pueden distinguir tres tipos de anotaciones:

1. Se pueden añadir anotaciones de geometría en los dibujos

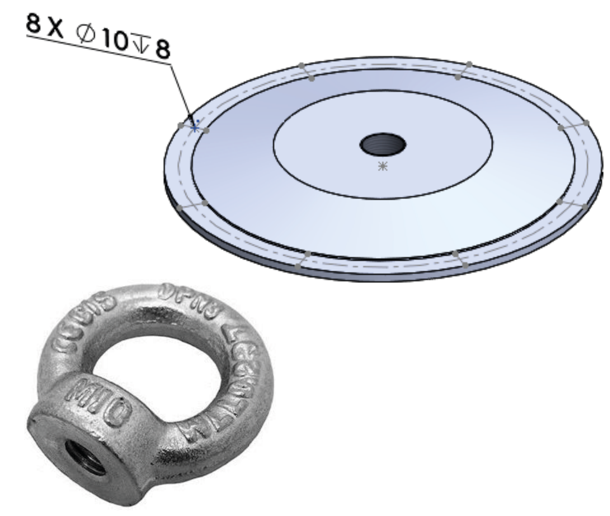
RUEDA DENTADA DE
DIENTES RECTOS DE
PERFIL DE ENVOLVENTE
Diámetro primitivo 4"
Número de dientes 16
Diámetro fondo 3.375"
Diámetro primitivo 4.5"



2. También se pueden añadir anotaciones de geometría en los modelos y ensamblajes

Las razones son las mismas que en los dibujos:

- ✓ Simplificar los modelos
- ✓ Destacar ciertas características de los modelos
- ✓ Mostrar información geométrica que los modelos tienen dificultades para mostrar



3. Anotaciones geométricas que se rotulan en la superficie de los objetos

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Simplificaciones

Las figuras simplificadas se dividen en dos subtipos:

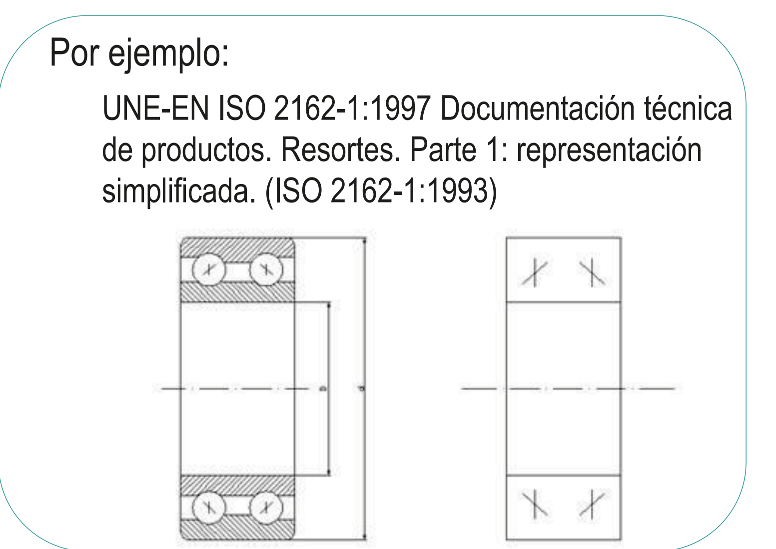
- √ Representaciones *cosméticas*
- √ Geometría *suplementaria*

En todos los casos, el criterio principal para usar figuras simplificadas es que no provoquen interpretaciones ambiguas

Para evitar ambigüedades, es deseable que las simplificaciones de dibujos y/o modelos estén avaladas por normas específicas

Por ejemplo:

UNE-EN ISO 2162-1:1997 Documentación técnica de productos. Resortes. Parte 1: representación simplificada. (ISO 2162-1:1993)

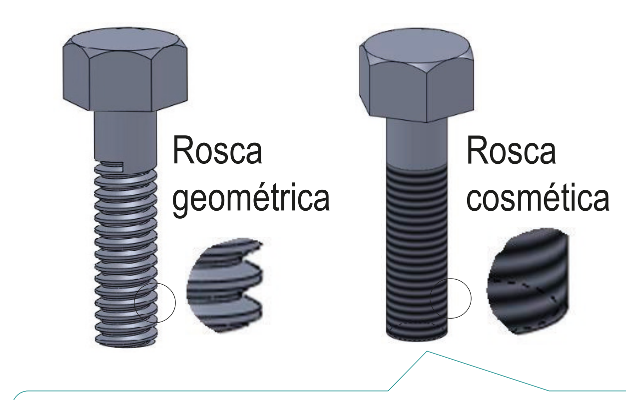


ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Simplificaciones: cosméticas

Las piezas que contienen partes complejas y/o repetitivas se suelen modelar mediante representaciones cosméticas

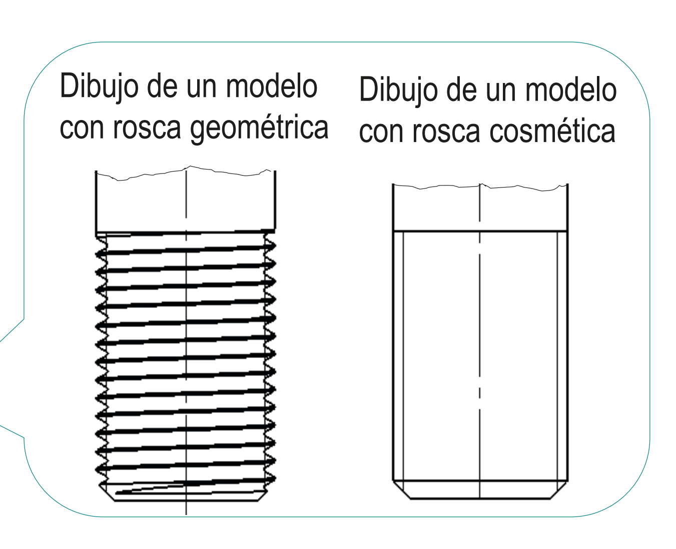
Son dibujos simplificados que semejan la forma geométrica original



Es el caso de las roscas simplificadas, recogidas en la norma UNE-EN ISO 6410-1:1996

Las representaciones cosméticas sirven para:

- √ Reducir los cálculos necesarios para mostrar los modelos
- √ Simplificar la visualización de los modelos virtuales
- √ Generar automáticamente las representaciones simplificadas en los dibujos

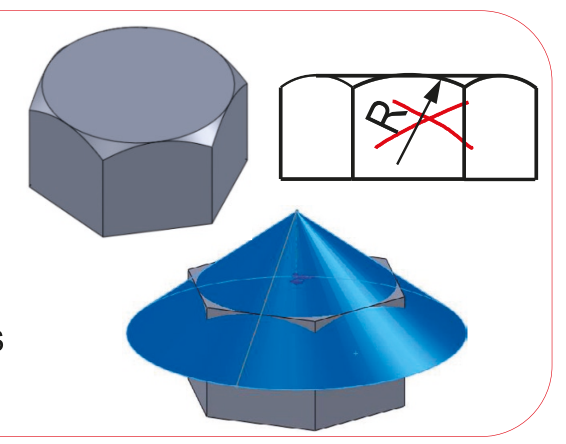


Simplificaciones: cosméticas



Ciertas simplificaciones cosméticas habituales en dibujo técnico tradicional, **no** simplifican los modelos en 3D

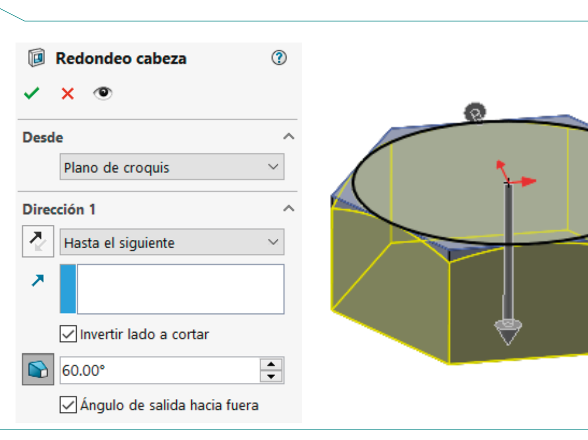
El achaflanado de las cabezas hexagonales de los tornillos y tuercas **no** produce arcos de circunferencia



Son arcos de hipérbola que resultan de la intersección de un cono con las caras de un prisma hexagonal

Simplificar como arcos de circunferencia no tiene sentido cuando se modela en 3D

Es más complicado modelar la simplificación que modelar la realidad



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

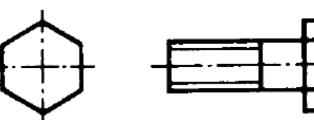
Simplificaciones: cosméticas

Las simplificaciones cosméticas pueden abarcar piezas completas…

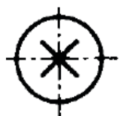
…como en el caso de los elementos de fijación recogidos en la norma UNE-EN ISO 6410-3:1996

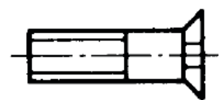
La norma UNE-EN ISO 6410-3:1996 indica que se pueden simplificar los aspectos de la geometría de los elementos de fijación que no sean imprescindibles para entender su función, tales como:

- √ Aristas de chaflanes
- √ Formas de sus extremos
- √ Gargantas
- √ Formas de las ranuras



Representación simplificada de un tornillo de cabeza hexagonal





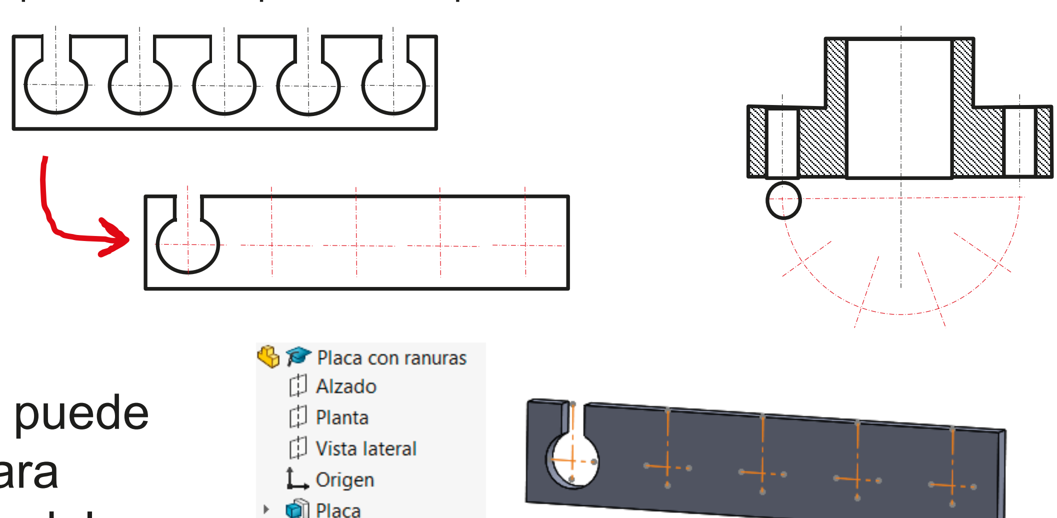
Representación simplificada de un tornillo de cabeza avellanada con ranuras en cruz

Las simplificaciones son contraproducentes para dibujos obtenidos a partir de modelos 3D, pero pueden ser interesantes cuando se obtienen dibujos a partir de bibliotecas de símbolos

Simplificaciones: suplementarias

Las normas de criterios básicos de representación (ISO 128-34:2001, ISO-TS 128-71:2010) indican el modo de simplificar *elementos repetitivos* mediante geometría suplementaria:

El procedimiento consiste en dibujar mediante geometría suplementaria la plantilla que muestra el patrón de repetición



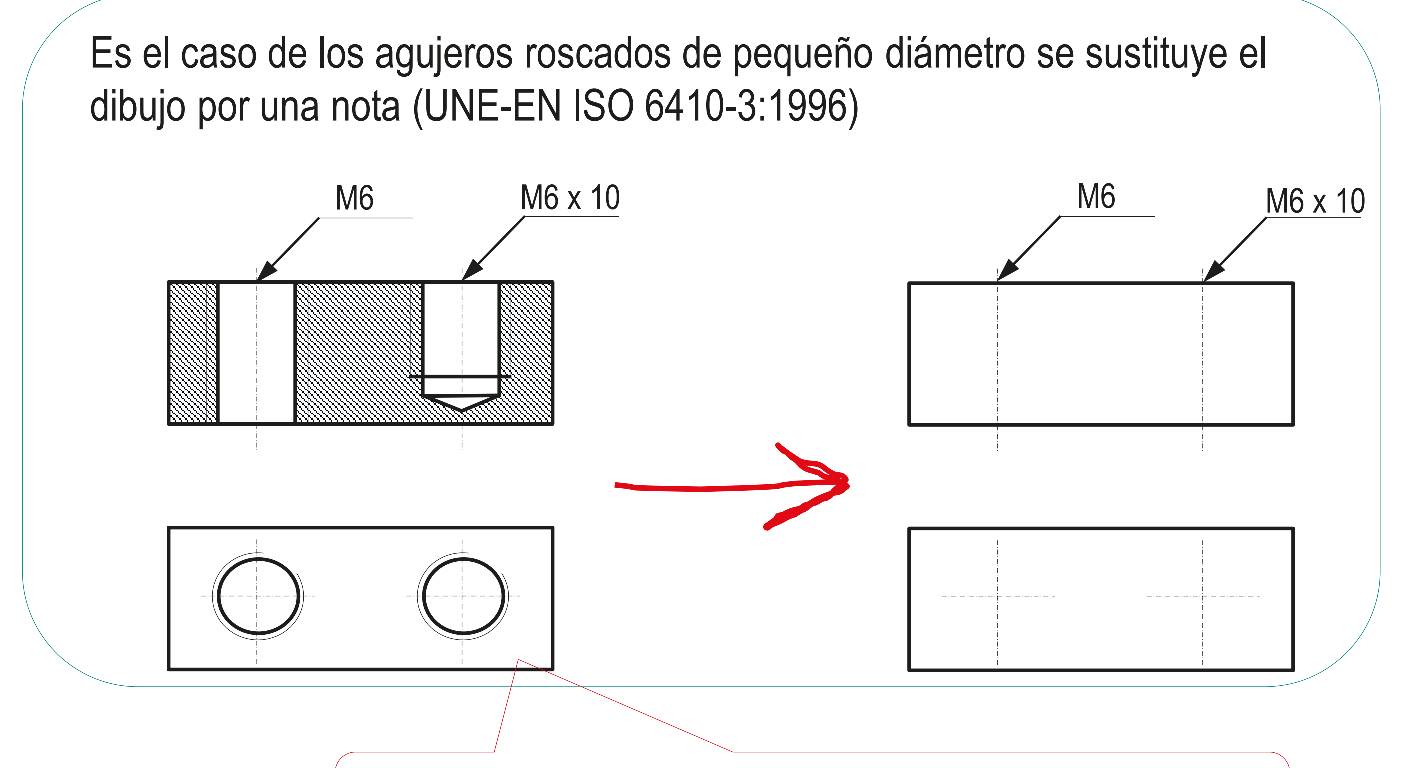
El criterio se puede extrapolar para simplificar modelos

Pero la facilidad para modelar los elementos repetitivos con patrones hace que la simplificación se use sólo cuando es crítico reducir la complejidad de los modelos sólidos

Simplificaciones: suplementarias

Hay simplificaciones particulares, basadas en que algunos componentes geométricos tienen su propio procedimiento

Es el caso de los agujeros roscados de pequeño diámetro se sustituye el dibujo por una nota (UNE-EN ISO 6410-3:1996)

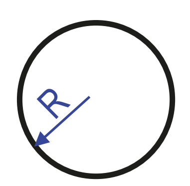


Aunque los agujeros taladrados tienen otras simplificaciones más elaboradas, que incluyen símbolos

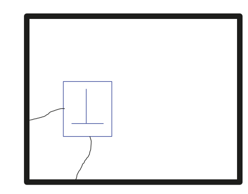
Símbolos

Hay tres subtipos de símbolos usados como anotaciones de geometría:

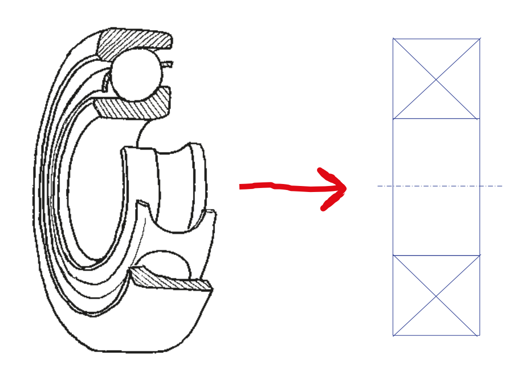
1 Algunos símbolos indican la forma, o alguna otra característica, de un elemento



2 Otros símbolos indican relaciones entre elementos



3 Por último, hay símbolos que reemplazan completamente a ciertos productos



Símbolos: forma

Las normas de representación incluyen abreviaturas y símbolos normalizados que se pueden usar para transmitir información sobre formas geométricas:

- Algunos símbolos son comunes a la mayoría de las normas

Por ejemplo, UNE-EN_ISO_129-1:2019

R	Radio
Ø	Diámetro
S	Esfera
□	Cuadrado
⌒	Arco

- Otros símbolos son particulares de algunas normas, pero se usan con carácter bastante general

Por ejemplo BS 8888:2000, ASME Y14.38-2007

CL ℄	Línea de centrado (eje de simetría)
THK t =	Espesor (de objetos delgados)
TYP	Elemento “típico” (hay copias)

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

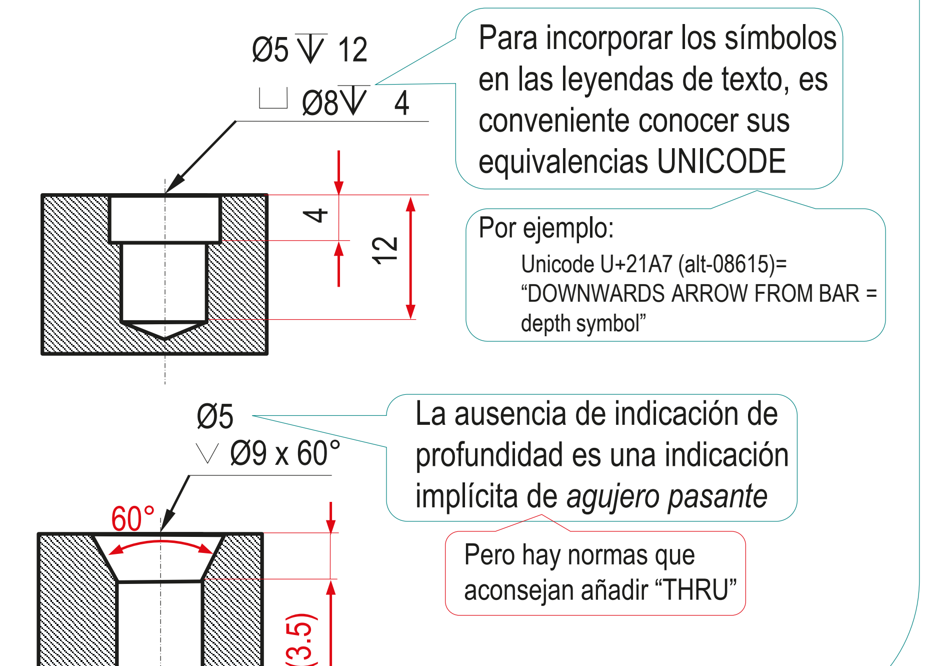
Símbolos: forma

Las anotaciones simbólicas informan sobre geometría mediante símbolos que se *vinculan* al modelo/dibujo

Por ejemplo, la norma ISO 129-1:2019 permite complementar las cotas con *símbolos* para representar taladros simplificando la acotación

Se definen tres símbolos, que se combinan con las cotas:

- ⌴ Refrentado cilíndrico
- ⌵ Avellanado cónico
- ↧ Profundidad



Símbolos: forma



El significado de los símbolos no es universal ni permanente, porque *evolucionan* a lo largo del tiempo

Un ejemplo típico es la indicación de simetría bilateral, que en el pasado se ha representado de diferentes modos:

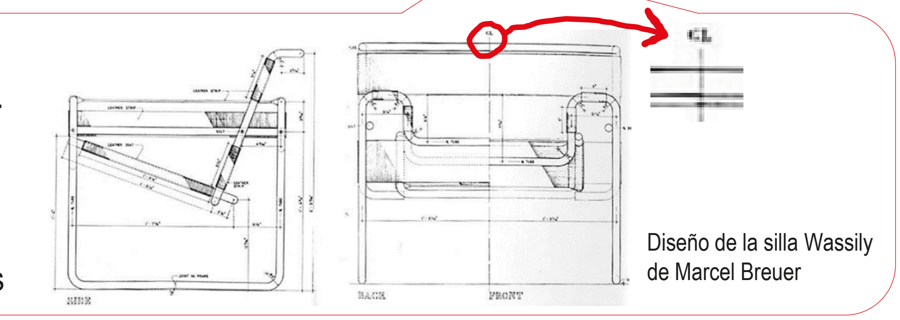
- Una línea de punto y trazo que indica colocación del eje o plano de simetría bilateral
- La línea de punto y trazo puede estar reforzada mediante un símbolo complementario:
  - Símbolo CL o C_L en un extremo, según normas ANSI o ASME
  - Símbolo = en ambos extremos, según normas DIN o ISO
  - Símbolo en extremo superior, para edificios y obras industriales





No hay que usar símbolos obsoletos…

…pero hay que conocerlos para interpretar documentos antiguos



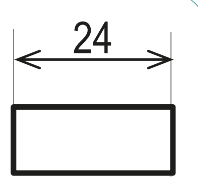
Diseño de la silla Wassily de Marcel Breuer

Símbolos: relación

Hay dos tipos de *relaciones* o vínculos entre elementos geométricos:

√ Las métricas (o *dimensionales*), se representan mediante cotas

Están fuertemente normalizadas, por lo que su significado no es ambiguo



√ Las asociativas (o *geométricas*), se suelen representar mediante un símbolo icónico encerrado en un cuadrado

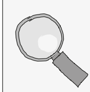
Hay bastante consenso sobre las principales restricciones geométricas en dibujos y modelos paramétricos:

Paralelo		Igual	
Perpendicular		Simétrico	
Horizontal		Coincidente	
Vertical		Concéntrico	
Colineal		Tangente	



Pero los principales símbolos que se utilizan para identificar restricciones geométricas en dibujos y modelos paramétricos tienen representaciones diversas

Catia		SolidWorks		Inventor	



Más detalles sobre relaciones geométricas en 1.0.1

ISBN: 978-84-18951-43-5

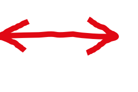
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Símbolos: relación



Los símbolos de simetría bilateral son un ejemplo claro de evolución para reducir la ambigüedad:

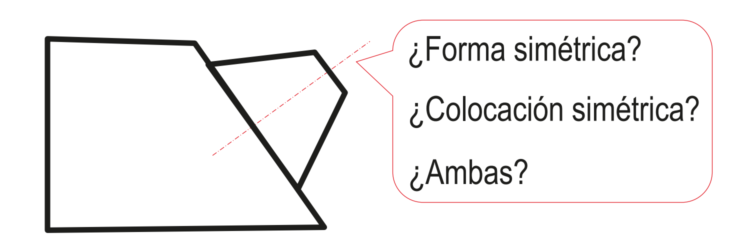
En el pasado, la simetría se representaba mediante ejes

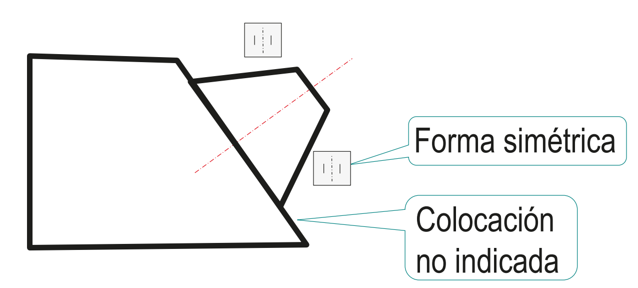


Actualmente, en las aplicaciones CAD paramétricas, los ejes se complementan con símbolos que "etiquetan" a *cada* elemento simétrico

Para evitar la ambigüedad, una simetría bilateral indicada sólo mediante un eje de simetría tiene que ser *completa*, sin excepciones

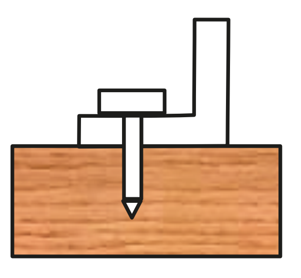
No hay ambigüedad, porque los elementos etiquetados están implicados en la simetría, y los no etiquetados no intervienen en la simetría

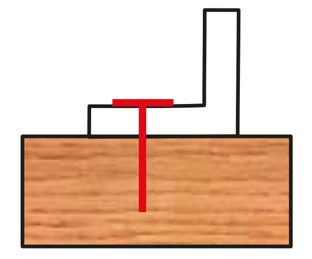




Símbolos: producto

Cuando interesa destacar la función de un producto, se puede simplificar su forma representando todo el producto mediante un símbolo



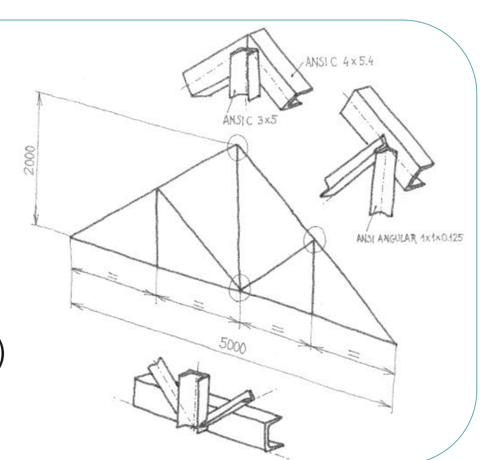


El símbolo se comporta como una anotación que indica la función del producto, al tiempo que simplifica su forma

Para evitar ambigüedades, siempre es preferible utilizar símbolos normalizados

Un ejemplo de simplificación respaldada por normativa son las representaciones unidimensionales de las estructuras de barras

(UNE-EN ISO 5261:2000)



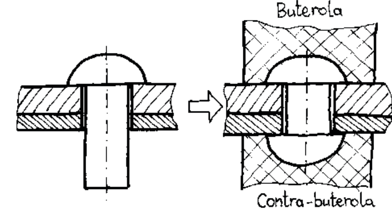
Símbolos: producto



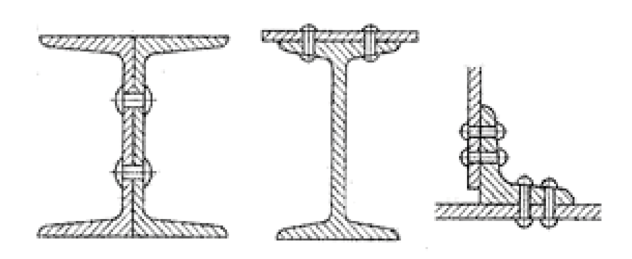
Los elementos de fijación suelen simplificarse mediante símbolos normalizados

Por ejemplo, los roblones, que eran muy usados en construcción de grandes máquinas y estructuras…

Los remaches (roblones cuando se conforman en caliente) son vástagos, generalmente de sección cilíndrica (huecos o macizos) con sus extremos rematados por sendas cabezas



Una de las cabezas se conforma en el momento de la fabricación del remache, mientras que la otra, denominada cabeza de cierre, se conforma, o "recalca", en el momento de fijar la unión (presionando al roblón en sentido axial entre dos elementos, buterola y contra-buterola, que le dan forma)



… por lo que se desarrollaron normas con simbología específica (UNE 1045:1951, UNE 17003:1953)

UNE 17003:1953

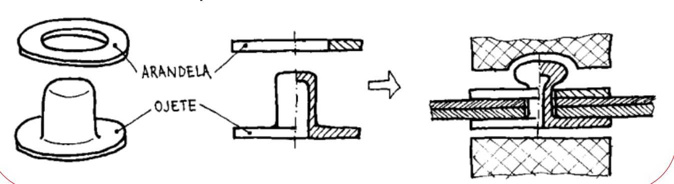
		Diámetro del remache (mm)	8	10	12	14	16
		Diámetro del agujero (mm)	8.4	11	13	15	17
SÍMBOLOS PARA:		Cabeza redonda por ambos lados	8.4			15	
	Avellanados (embutidos)	Cabeza superior embutida	8.4			15	
		Cabeza inferior embutida	8.4			15	
		Ambas cabezas embutidas	8.4			15	
		Remachar en montaje	8.4			15	
		Taladrar en montaje	8.4			15	

Símbolos: producto

Pero los cambios tecnológicos hacen que aparezcan variantes, o que ciertos componentes dejen de usarse, quedando sus normas desfasadas, o anuladas:

- Una única representación simbólica de los roblones es ineficiente, porque existe gran variedad de remaches, tal como muestra la norma UNE 17012:1957

Un tipo particular de remache son los ojetes con arandela, en los que la cabeza de cierre inmoviliza a una arandela que, a su vez, inmoviliza la unión



- Las normas con simbología específica de roblones han evolucionado hacia otras normas más específicas

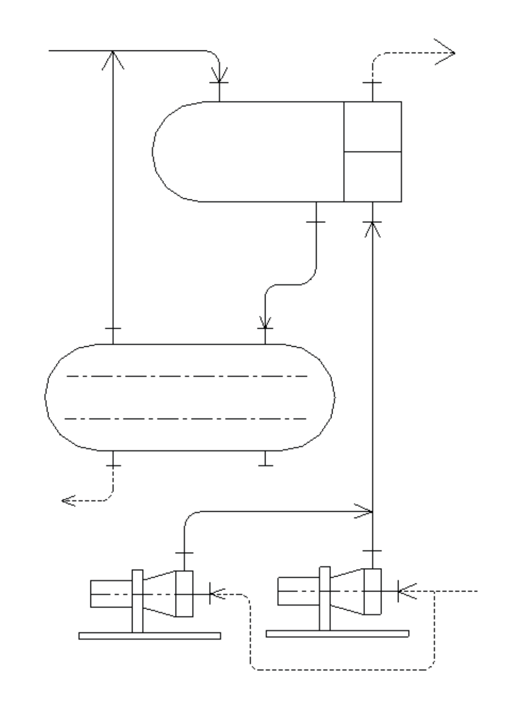
UNE 1045:1951 de signos convencionales en remaches y tornillos está derogada desde 1996, fue reemplazada en 1996 por UNE-EN-ISO 6410-3, pero eliminando parte de la simbología original de remaches, que se encuentra en la norma ISO 5845-2:1995

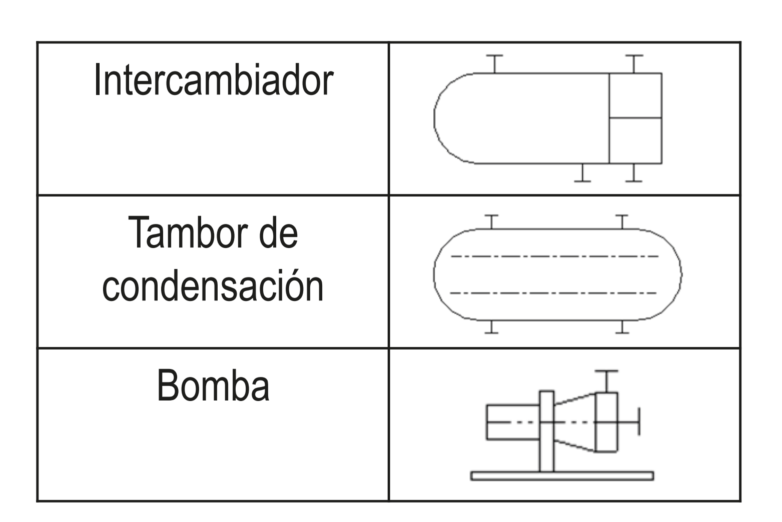
Siguen vigentes normas específicas, tales como UNE-EN-ISO 14588:2002 Remaches ciegos. Terminología y definiciones

UNE 28640:1988 Representación de remaches en dibujos para equipos aeroespaciales es idéntica a EN-2544

Símbolos: producto

También se puede simplificar creando símbolos propios, siempre que estén explicados mediante la correspondiente leyenda





Intercambiador	
Tambor de condensación	
Bomba	



Más detalles sobre símbolos en lección 3.5

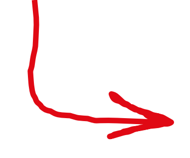
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Notas

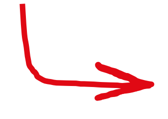
En ciertas situaciones, una nota de texto es más eficiente que una representación gráfica:

√ En productos formados por componentes de muy diferentes tamaños, la geometría de los componentes más pequeños se tiene que mostrar a través de vistas de detalle



Los detalles se pueden reemplazar por notas, cuando la información a mostrar es susceptible de indicarse de forma simplificada

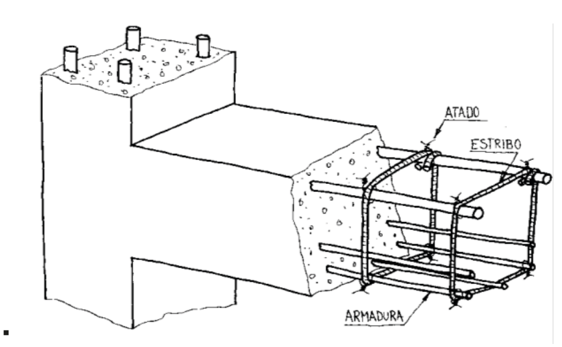
√ En productos estándar, la geometría es poco relevante



La información sobre el objeto se transmite mejor con una referencia de texto

Notas

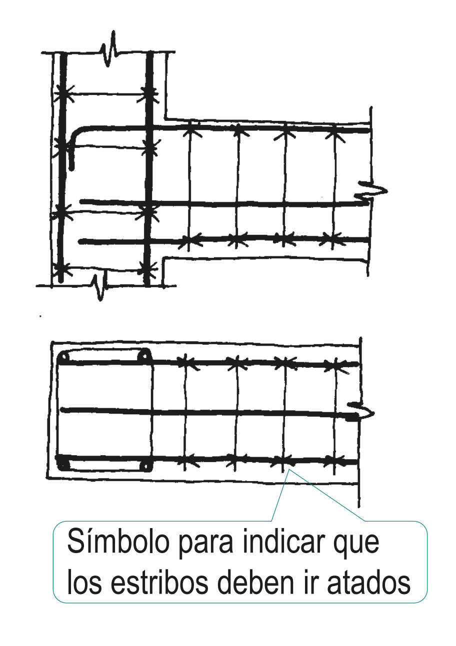
Por ejemplo, los componentes del armado suelen tener dimensiones muy pequeñas a las escalas normales de representación…

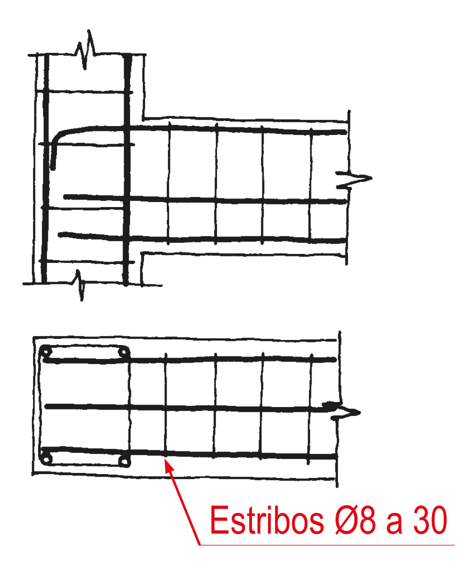


…además suelen ser poco relevantes…

…por lo que los dibujos muestran su posición…

…mientras que su forma se indica mediante notas





ISBN: 978-84-18951-43-5

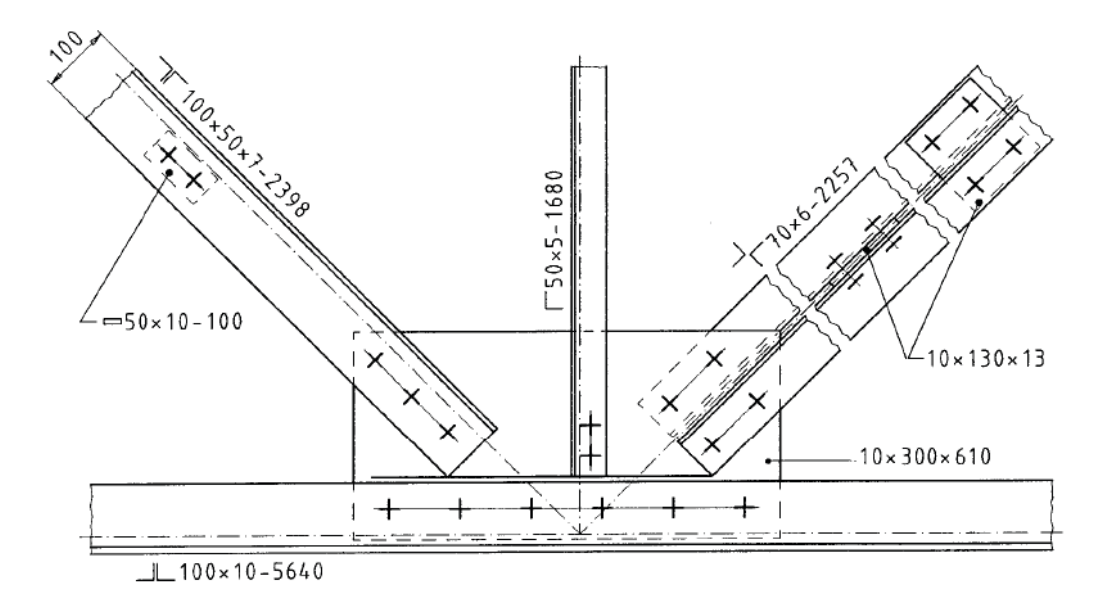
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184



La norma UNE-EN ISO 5261:2000 también incluye indicaciones sobre anotaciones en estructuras:

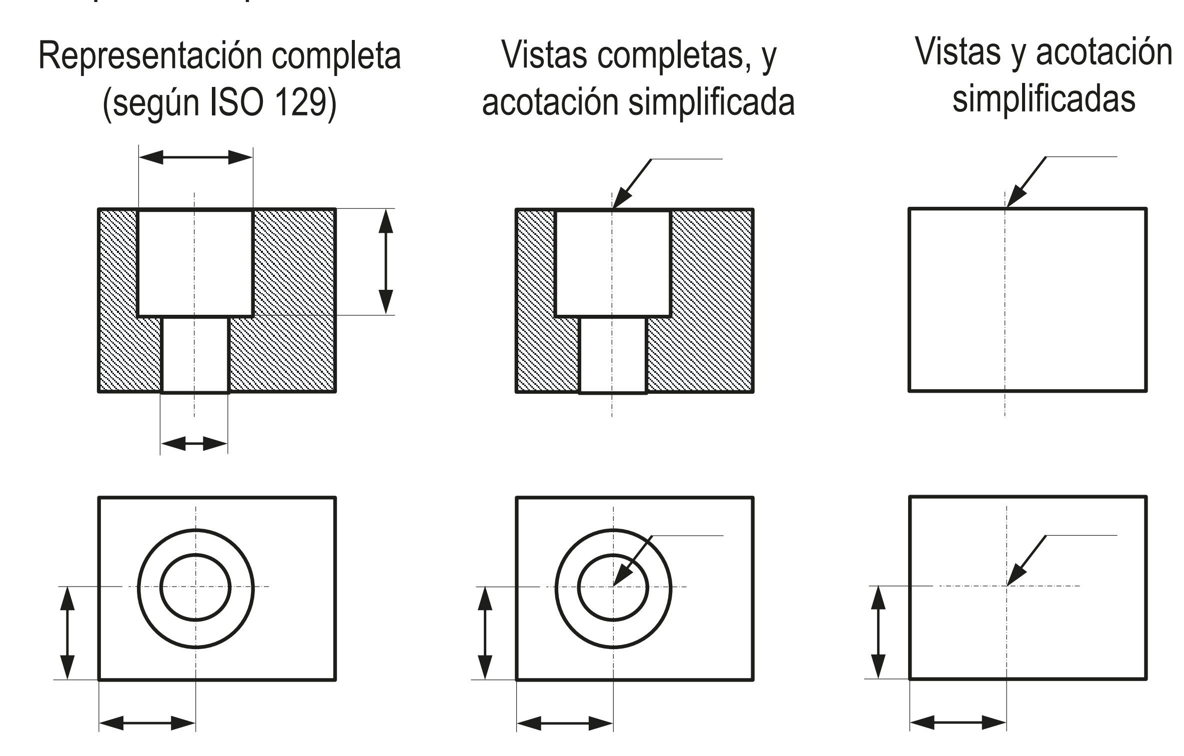
Además de recomendar la representación unifilar de las estructuras de barras, la norma incluye símbolos y ejemplos para añadir mediante notas la información sobre la geometría y la colocación relativa de los diferentes perfiles



Notas

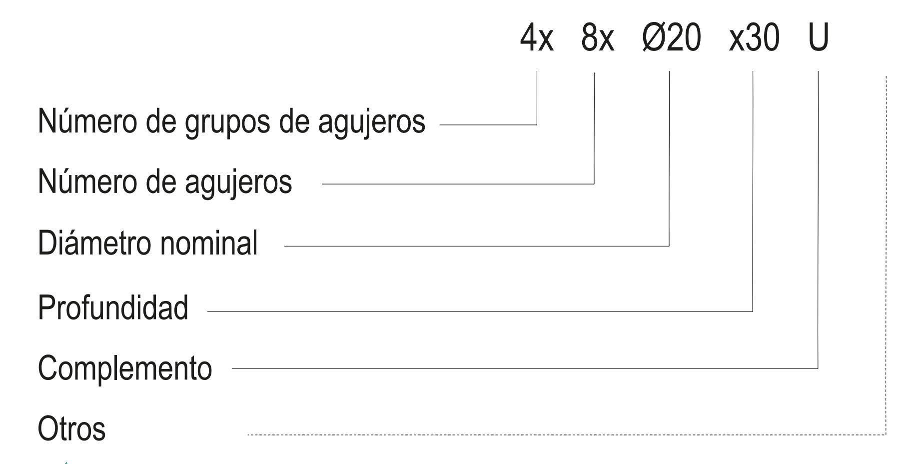
Un ejemplo representativo de elemento estándar indicado mediante notas es ISO 15786:2008, que es la norma más amplia y específica para simplificar la representación y el dimensionado de agujeros taladrados mediante notas

√ Permite tres tipos de representaciones:

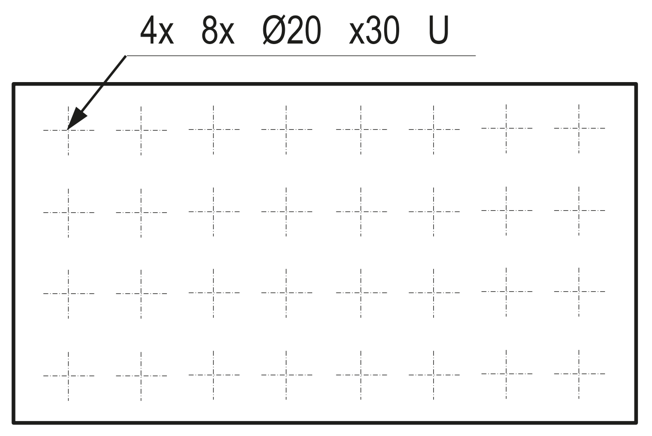


Notas

√ Para indicar las características de los agujeros representados mediante simplificaciones, se añade una anotación que puede contener los siguientes campos de información geométrica:



La anotación puede contener campos con información de fabricación, tal como se verá en las lecciones 4.2 y 4.3



ISBN: 978-84-18951-43-5
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

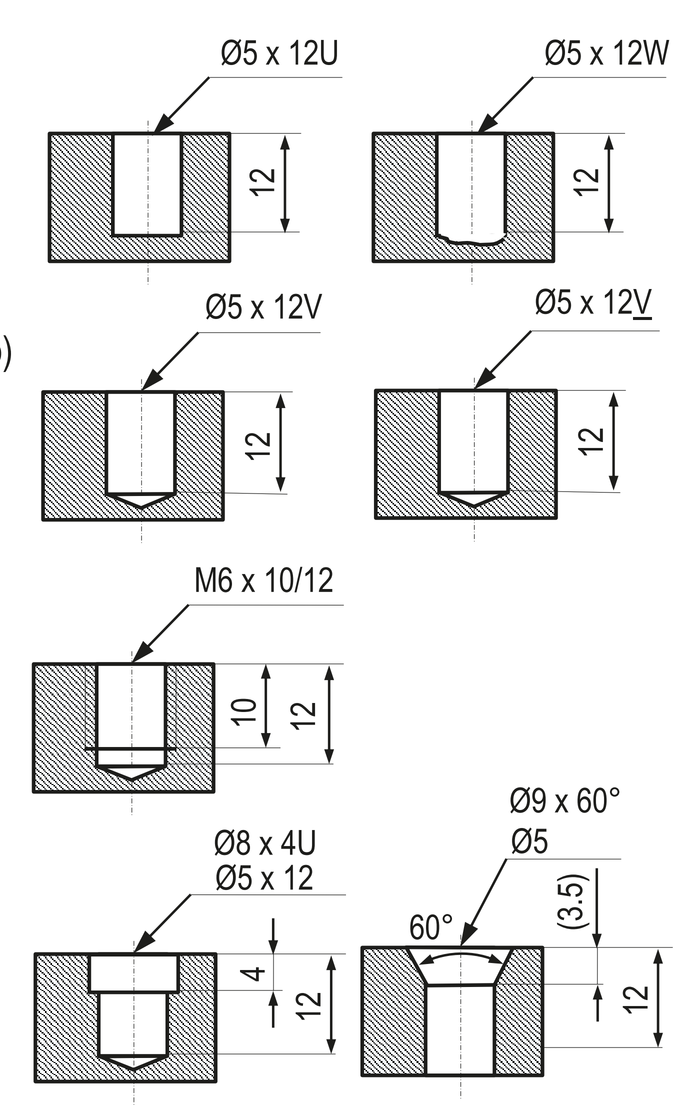
Notas

√ El campo de “complemento” puede tomar los siguientes valores:

U	Indica fondo plano, o boca refrentada
W	Indica fondo plano, pero con acabado basto
V	Indica fondo en punta (No avellanado)
<u>V</u>	Indica fondo en punta, con punta incluida en la longitud total

√ Los principales criterios para combinar los símbolos son:

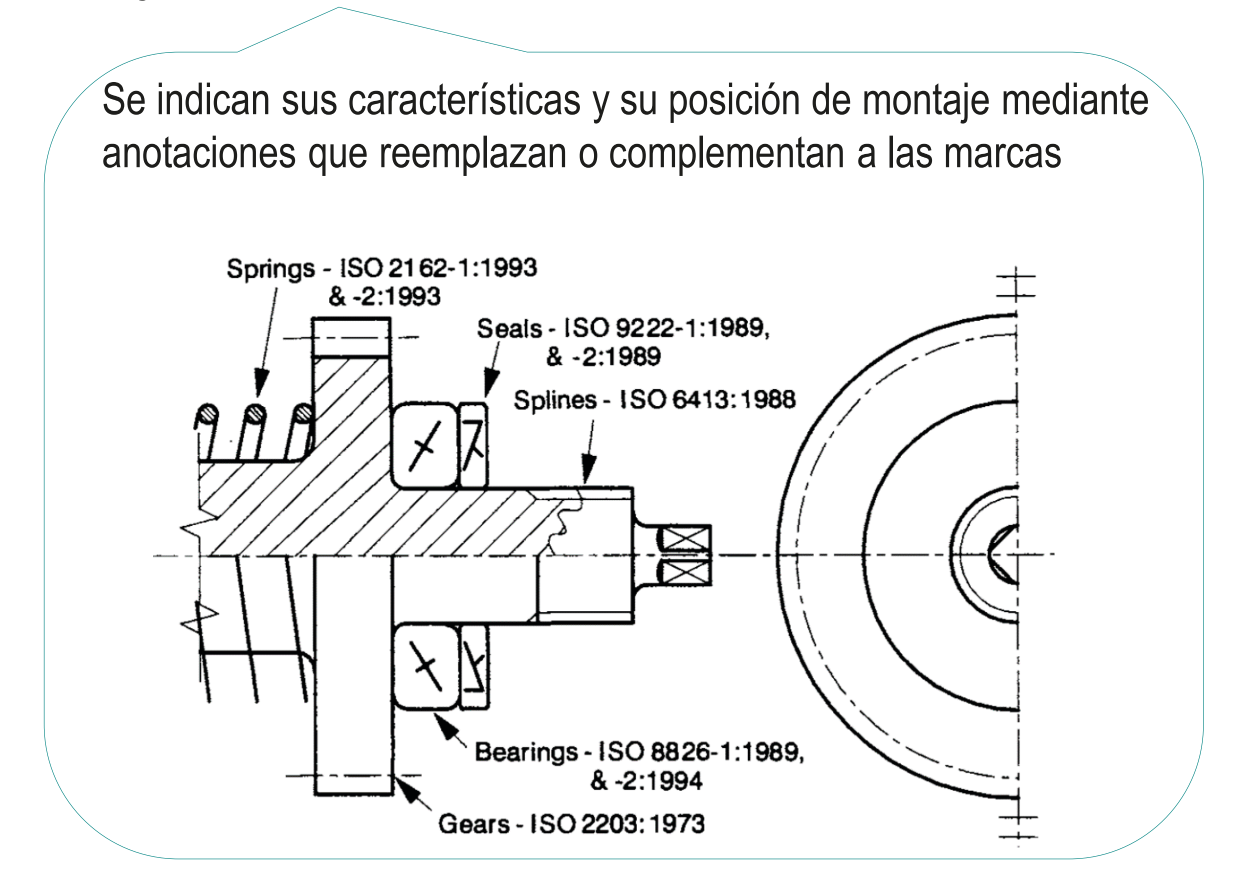
- √ Cuando un campo incluya diferentes datos, se separan mediante una barra “/”
- √ Diferentes agujeros superpuestos se indican con leyendas apiladas
- √ Los avellanados y achaflanados se indican con diámetro mayor y ángulo



Notas

En los ensamblajes o montajes también hay piezas que se simplifican, o se reemplazan por leyendas vinculadas al modelo/dibujo mediante notas

Se indican sus características y su posición de montaje mediante anotaciones que reemplazan o complementan a las marcas



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Rótulos

Denominamos rótulos a las indicaciones mediante texto, imágenes o mixtas, que se superponen a la superficie de los productos industriales



Las piezas y ensamblajes pueden requerir rótulos por diferentes motivos:

- Identificación del componente
- Información de especificaciones
- Avisos de seguridad







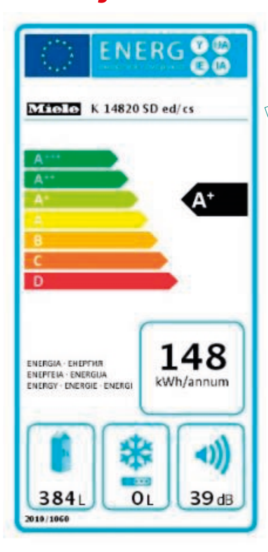
Más detalles sobre anotaciones de diseño en lección 4.4

Rótulos

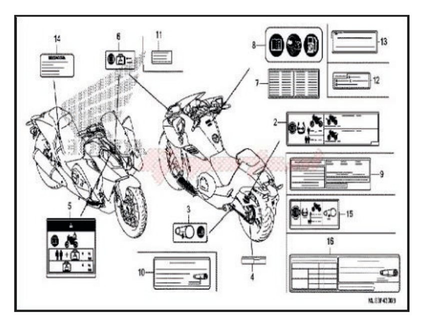
Hay dos tipos de anotaciones geométricas para rotular en la superficie de los objetos:

- Mediante placas o etiquetas

  Calcomanías ("decals") o pintura

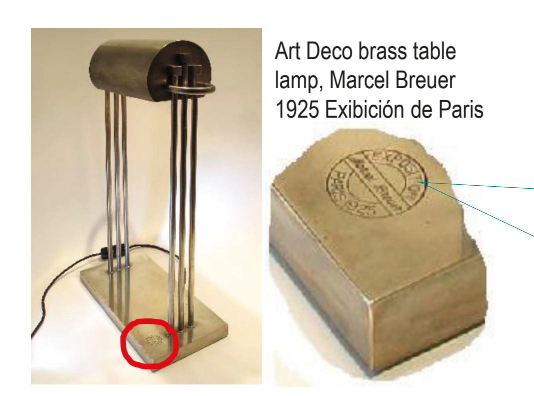


Los programas CAD son útiles para diseñar las características de las etiquetas y especificar su colocación



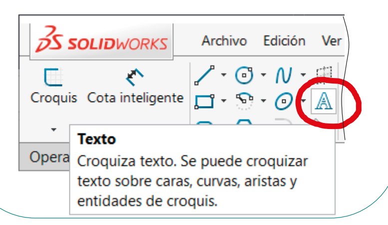
HONDA. NC750JH Europe Direct - (ED)-2017-CAUTION LABEL

- Grabadas sobre su superficie



Art Deco brass table lamp, Marcel Breuer 1925 Exibición de Paris

Los programas CAD suelen incluir editores específicos que ayudan a modelar rótulos para grabar sobre las superficies



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Rótulos



Los rótulos deben diseñarse, aunque los criterios de diseño están fuera del alcance de éste libro:



- Los rótulos no están normalizados…

  …pero deben seguir las reglas de la semántica gráfica…

  …para conseguir el objetivo fundamental de comunicar sin ambigüedades

- Los rótulos pueden ser anotaciones de texto o símbolos

Obviamente, los rótulos de texto tienen limitaciones de idioma, por lo que pueden ser preferibles los rótulos mediante símbolos

Pero los símbolos no normalizados son ambiguos



¿Se puede pisar descalzo?



Más detalles sobre semántica gráfica en lección 3.5.1

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

1 Hay mucha variedad de anotaciones de geometría, y su uso está regulado por normas muy dispersas

2 Se distinguen tres tipos de anotaciones de geometría que se aplican sobre dibujos o modelos:

- √ Figuras simplificadas
- √ Anotaciones simbólicas
- √ Anotaciones de texto

3 Las anotaciones de geometría deben evitarse cuando resulten ambiguas

4 Denominamos rótulos a las anotaciones que se colocan sobre el producto final

A diferencia de las anotaciones (símbolos y texto) que se colocan sobre los dibujos o modelos

5 Los rótulos etiquetados se pueden crear con ayuda de programas CAD de delineación

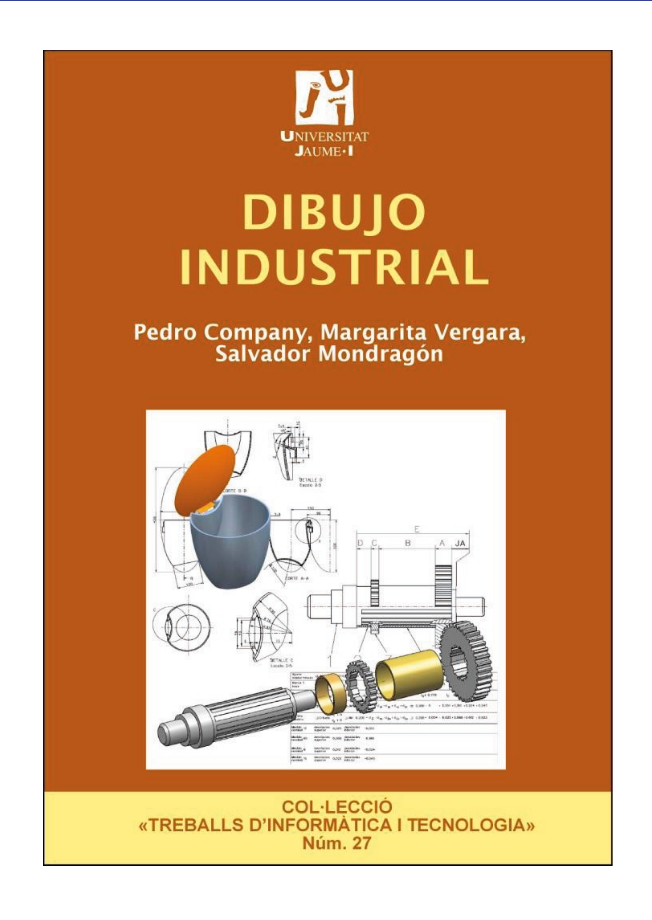
6 Los rótulos grabados se pueden añadir a los modelos sólidos

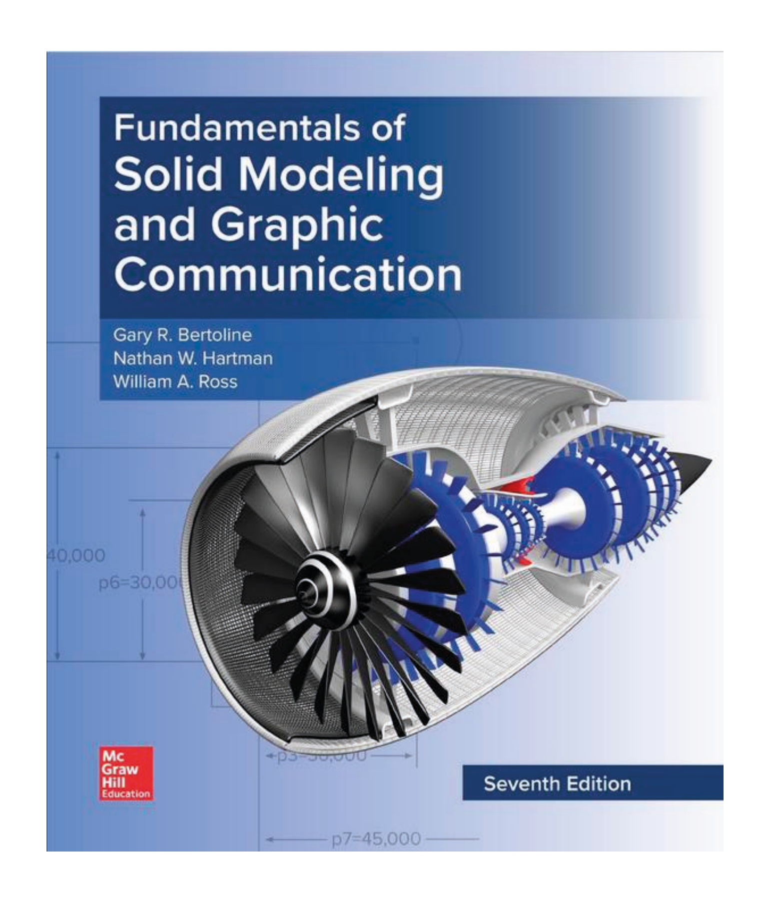
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Para repasar

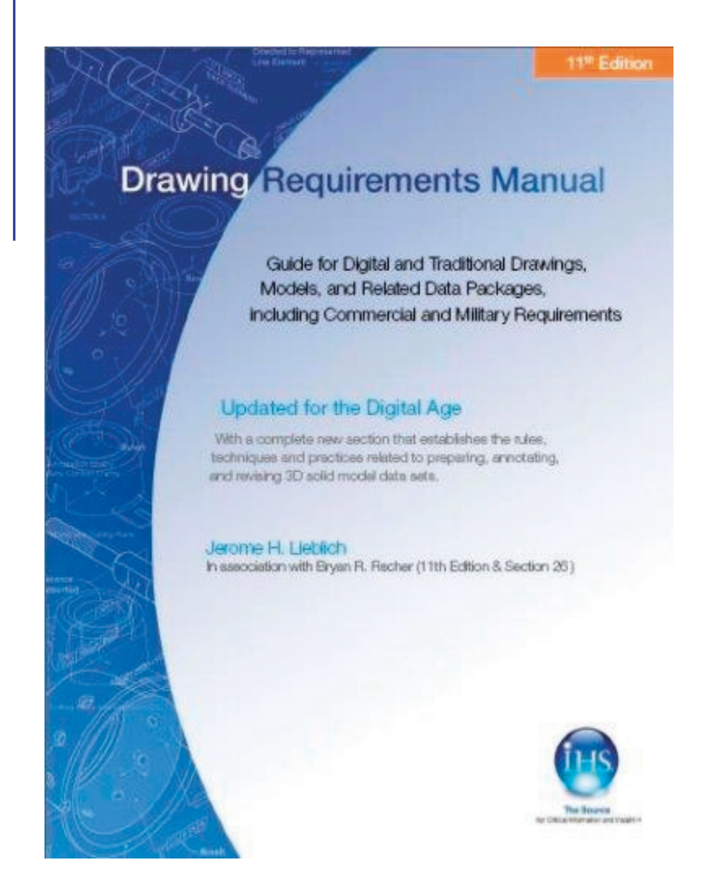


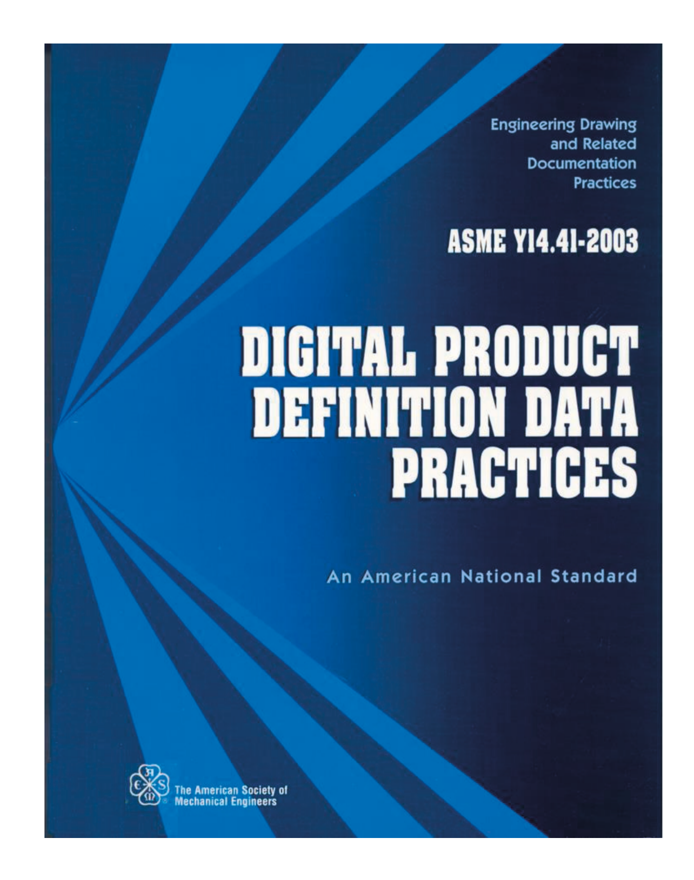


Capítulo 1: Dibujo de diseño de productos, equipos, instalaciones y procesos

Chapter 7: Standard parts
Chapter 9: Leveraging the 3D Model in the Product Lifecycle

Para repasar





Section 9: Drawing notes

Section 11: Identification marking

Ejercicio 4.1.1. Calzo modulado

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

La imagen muestra las seis vistas diédricas de un calzo de embalaje, con forma poliédrica modulada

√ Las medidas se pueden determinar sabiendo que la pieza tiene todas sus caras planas, y está modulada (siendo múltiplos de 10 mm las coordenadas de todos sus vértices)

X
Z
Y
Y
Y
X
Z
O
X
Z
X

Tareas:

A Obtenga el modelo sólido del calzo

B Obtenga el dibujo de diseño que muestre las características geométricas del calzo, mediante una vista pictórica apropiada, sin cortes ni acotación

C Añada una anotación gráfica para mostrar las características de la vista pictórica

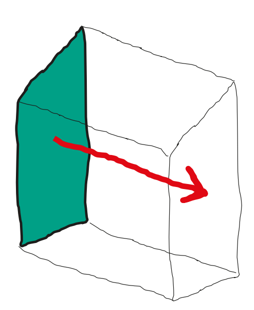
D Añada una anotación de texto para indicar la modulación de las medidas

Estrategia

1 Determine la secuencia de modelado:

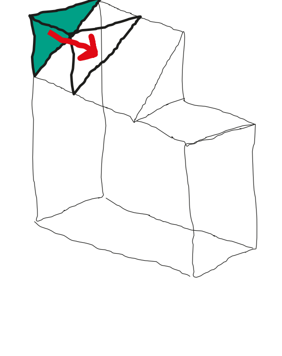
- √ Obtenga la pared trasera por extrusión

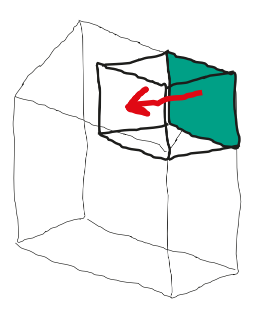
  Utilice la *vista lateral* como plano de croquis, para mantener la orientación de la pieza

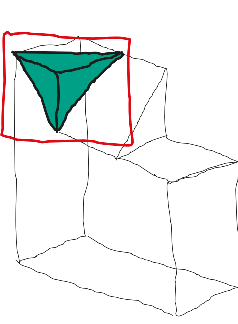


- √ Recorte las esquinas de la parte superior

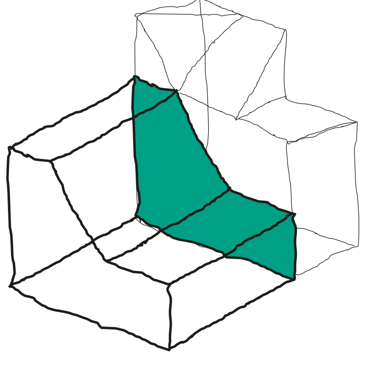
  Para recortar el bisel será necesario un plano datum auxiliar







- √ Obtenga la rampa delantera por extrusión



Estrategia

Tarea

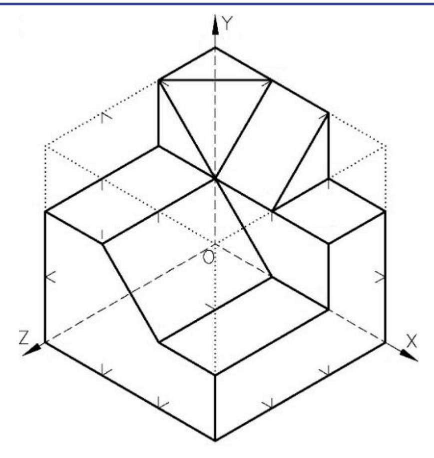
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Evaluación

2 Compruebe que una vista isométrica muestra toda la geometría de la pieza

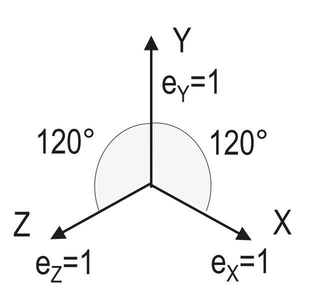


3 Seleccione la hoja de dibujo:

- √ Dado su tamaño, la pieza poliédrica puede representarse a escala 2:1 en un formato A4 vertical
- √ Utilice el formato obtenido en el ejercicio 3.1.1

4 Extraiga la vista pictórica desde el modelo

5 Dibuje un símbolo para mostrar las características de la vista isométrica



6 Añada una leyenda de texto para indicar que las medidas son modulares, con un módulo de 10 mm

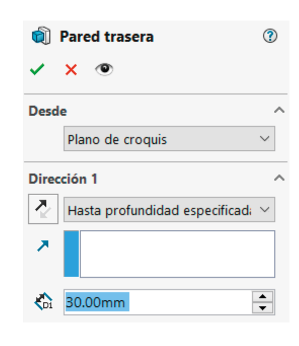
ISBN: 978-84-18951-43-5

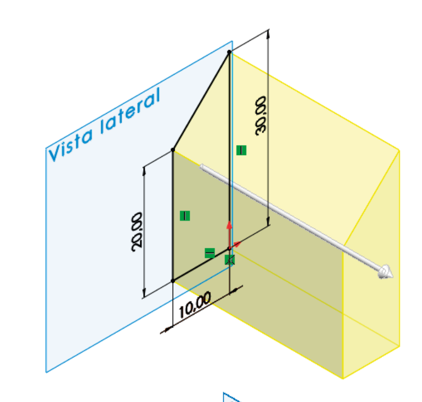
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Obtenga el modelo sólido:

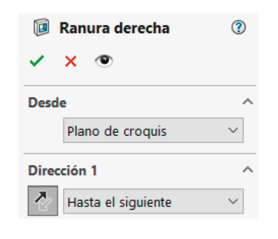
√ Obtenga la pared trasera por extrusión

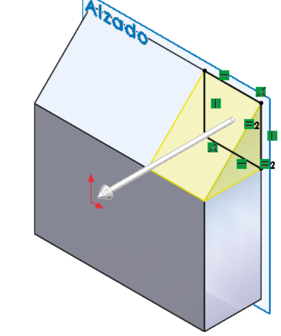
Utilice la *vista lateral* como plano de croquis, para obtener la pieza con la orientación dada



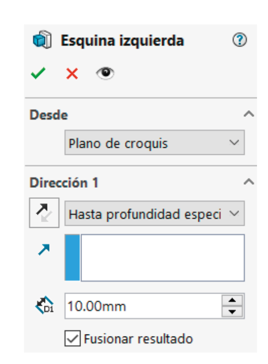


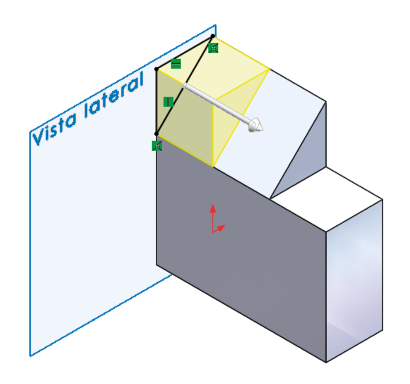
√ Use un corte extruido para añadir la ranura derecha





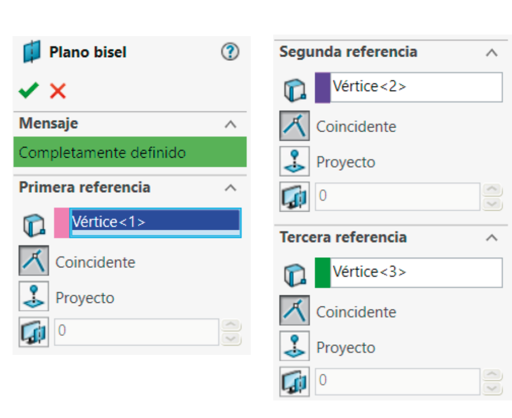
√ Obtenga la esquina izquierda por extrusión

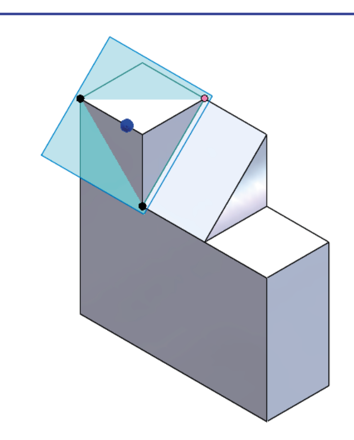




Ejecución

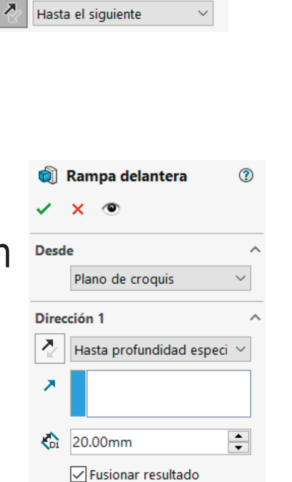
√ Obtenga el plano datum para modelar el bisel

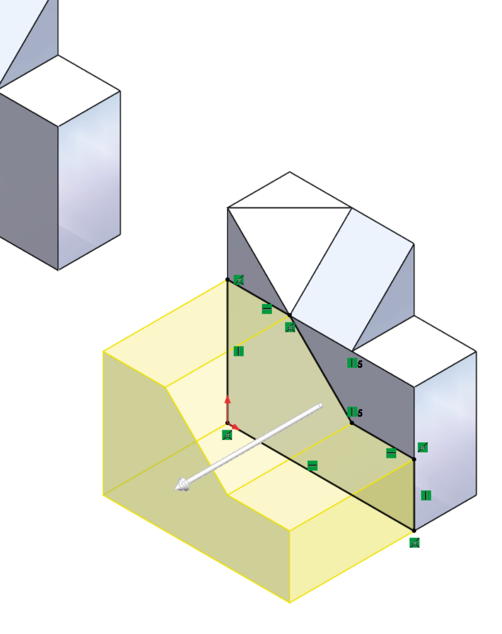




√ Dibuje un croquis con el contorno de la cara triangular, y obtenga el bisel por corte extruido

√ Obtenga la rampa delantera por extrusión

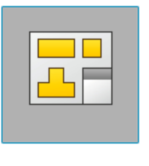




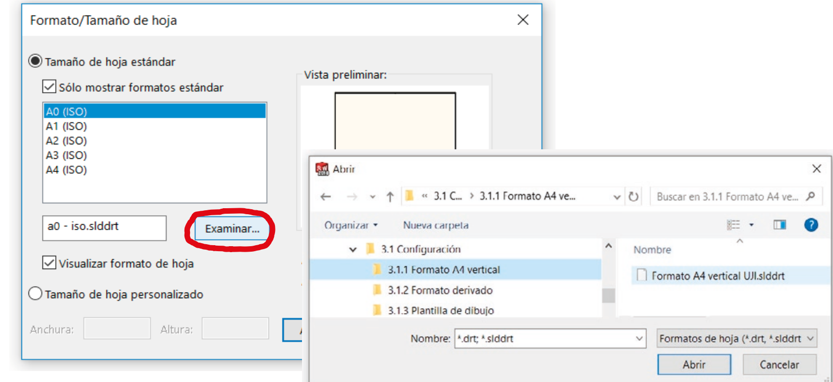
Ejecución

Inicie un dibujo nuevo en formato A4:

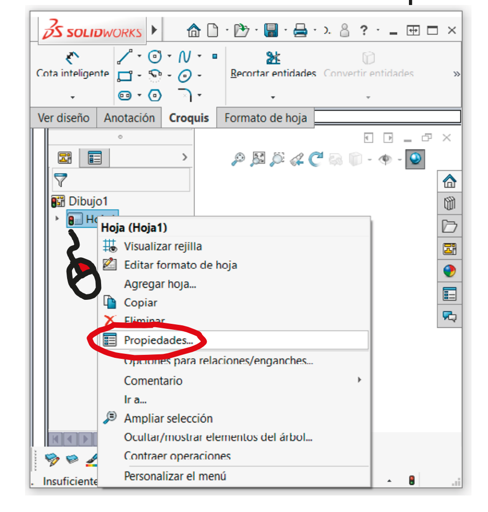
- Ejecute el módulo de dibujo

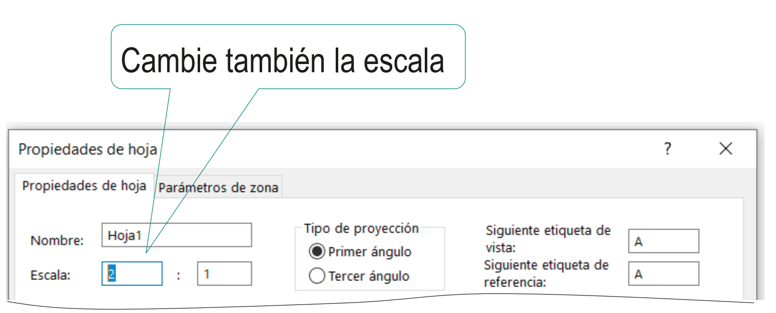


- Seleccione el formato del ejercicio 3.1.1



- Seleccione las *Propiedades* de la hoja, para cambiar el sistema de representación



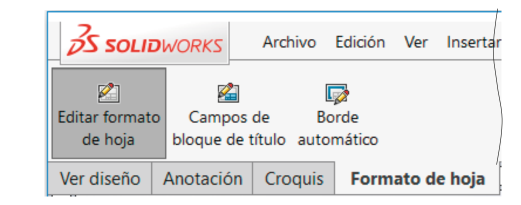


Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

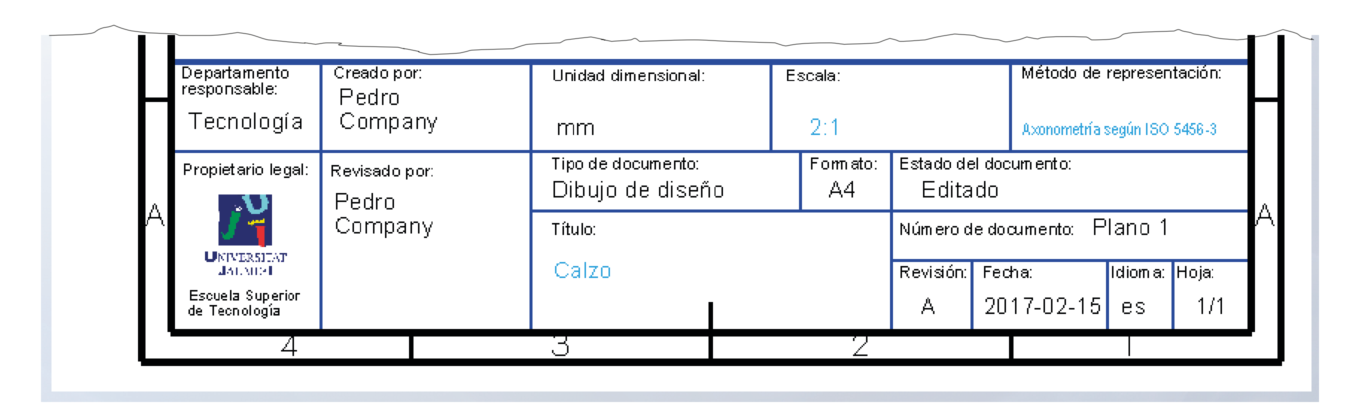
√ Edite los datos que se deben cambiar del bloque de títulos

√ Active el modo *Editar formato de hoja*



√ Seleccione (con doble click) el texto a editar

√ Modifique el texto



√ Desactive el modo *Editar formato de hoja*

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

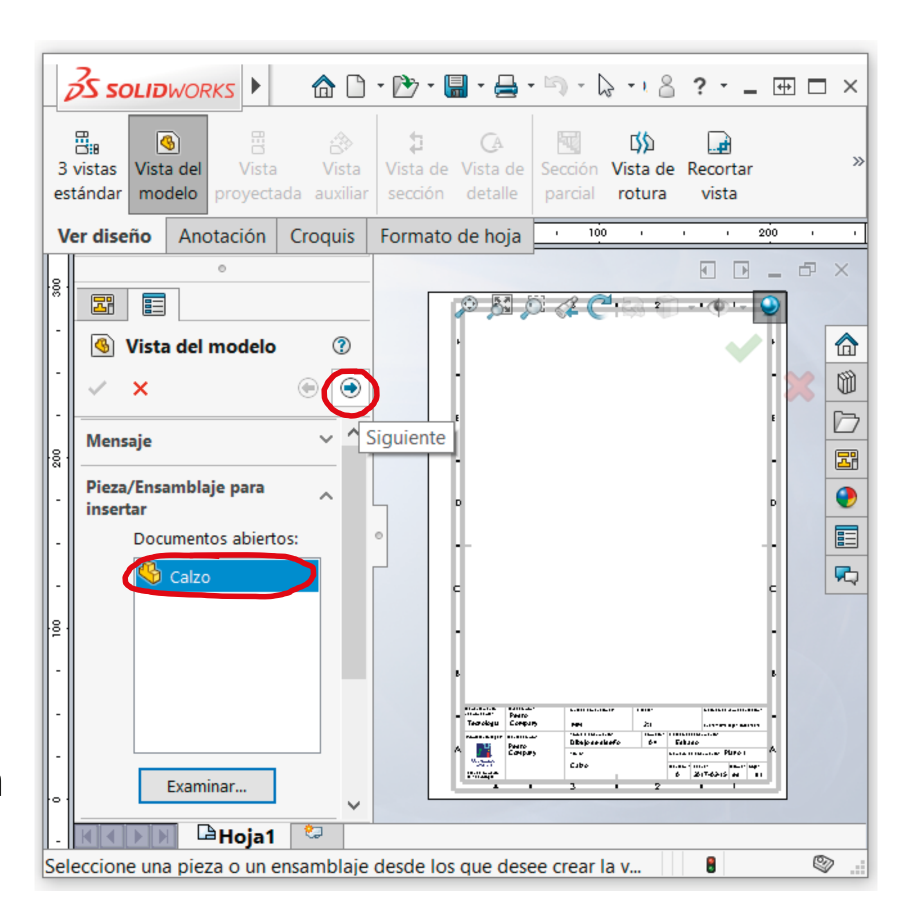
Ejecución

Extraiga la vista isométrica desde el modelo:

√ Seleccione el comando *Vista del modelo*

√ Pulse el botón *Examinar* para seleccionar el fichero que contiene el modelo

√ Tras seleccionar el fichero, pulse el botón *Siguiente*, para determinar el modo en que se va a extraer la vista



Ejecución

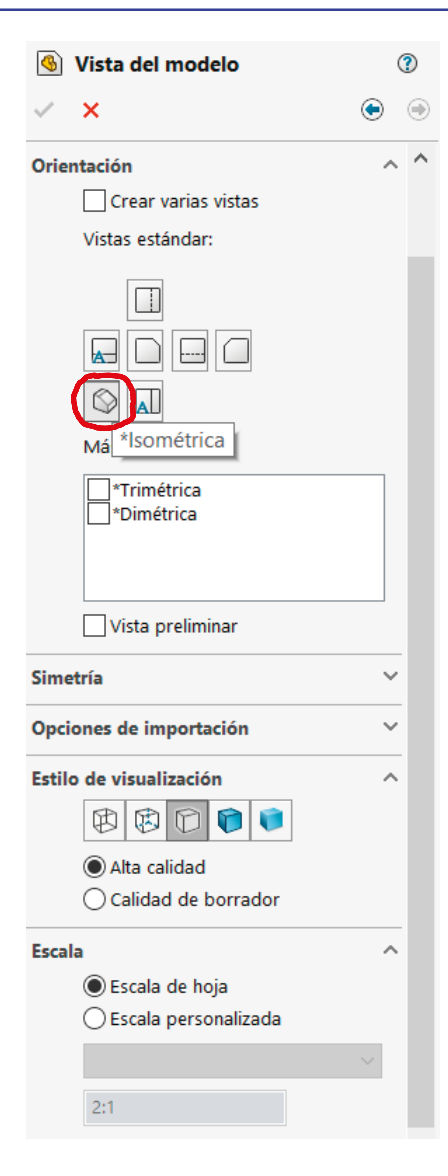
√ Seleccione los parámetros de visualización apropiados

√ Dada la orientación del modelo, la vista a seleccionar será la isométrica

√ Seleccione el estilo de visualización normalizado (Sólo aristas y contornos), pero con aristas ocultas

√ Seleccione la escala de la vista igual a la de la hoja

Si la escala de la hoja no es correcta, modifíquela en *Opciones de hoja*



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Evaluación

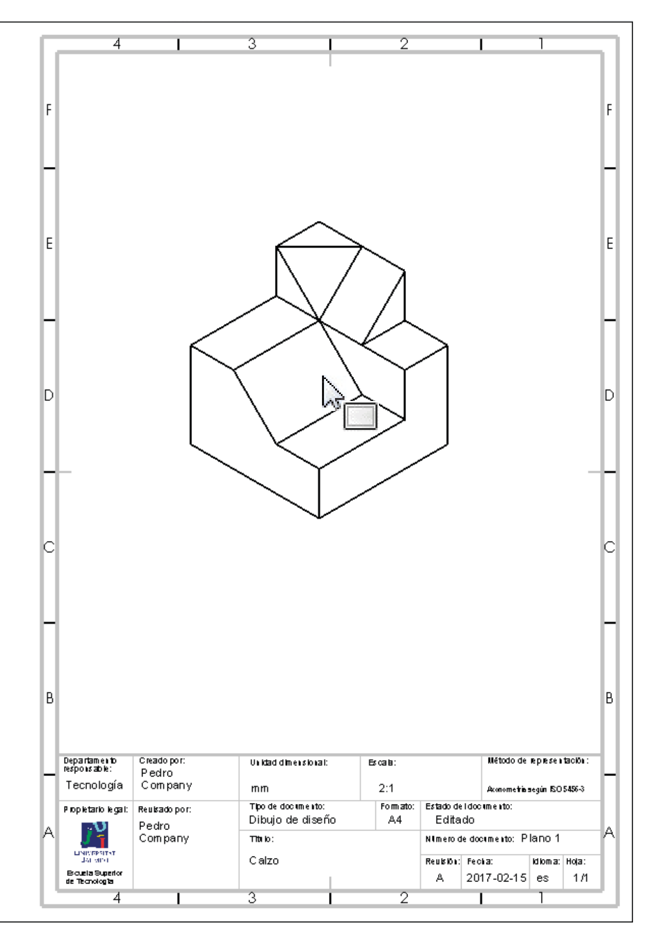
- Sitúe la vista isométrica sobre la hoja

  - Mueva el cursor hasta el área de dibujo

  - Compruebe que el cursor arrastra la "caja" que encierra la vista

  - Coloque el cursor en la posición aproximada en la que desea colocar la vista

  - Pulse el botón izquierdo para fijar la vista en esa posición



El emplazamiento se puede cambiar en cualquier momento, seleccionando y arrastrando la vista hasta otra posición

  - Pulse el botón de *Aceptar* (o la tecla *Esc*) para completar el comando sin insertar nuevas vistas

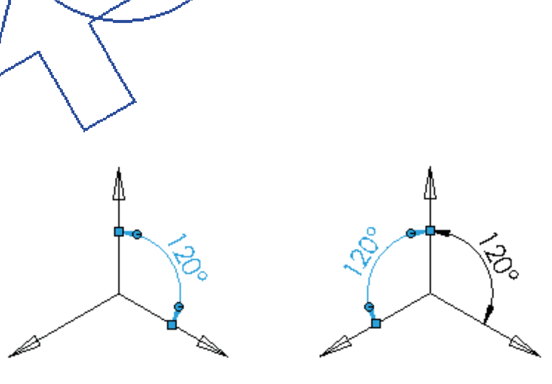
Ejecución

Dibuje el sistema de coordenadas mediante las herramientas de croquis:

- Dibuje los ejes:
  - Dibuje un segmento vertical

    Asegúrese de que ambos extremos estén fuera de los límites de la vista, para que la flecha no quede vinculada a ella

  - Dibuje un triángulo isósceles en el extremo del segmento
  - Aplique un patrón de revolución para obtener los otros dos ejes



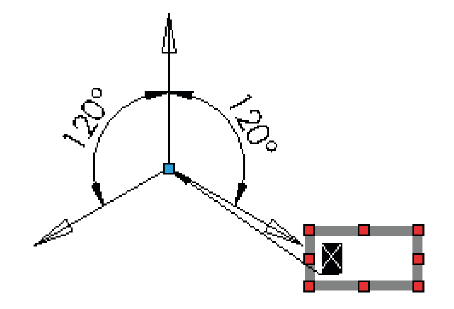
  - Acote el ángulo entre dos de los ejes
  - Acote el ángulo entre otros dos ejes

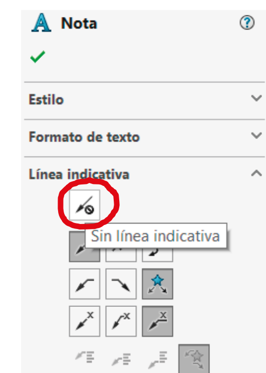
Ejecución

- Anote un eje:
  - Seleccione el comando *Nota*

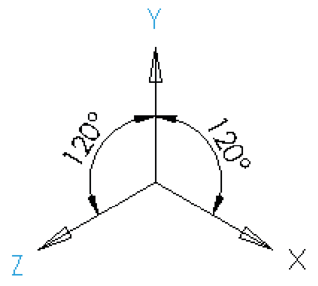


  - Apunte la línea de referencia al origen de coordenadas
  - Coloque la nota junto a la flecha del eje
  - Edite la nota para ocultar la línea de referencia

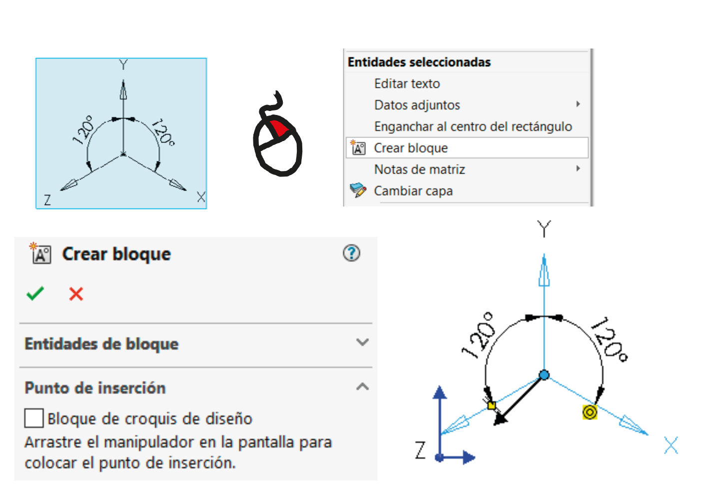




- Repita el procedimiento, para anotar los otros dos ejes



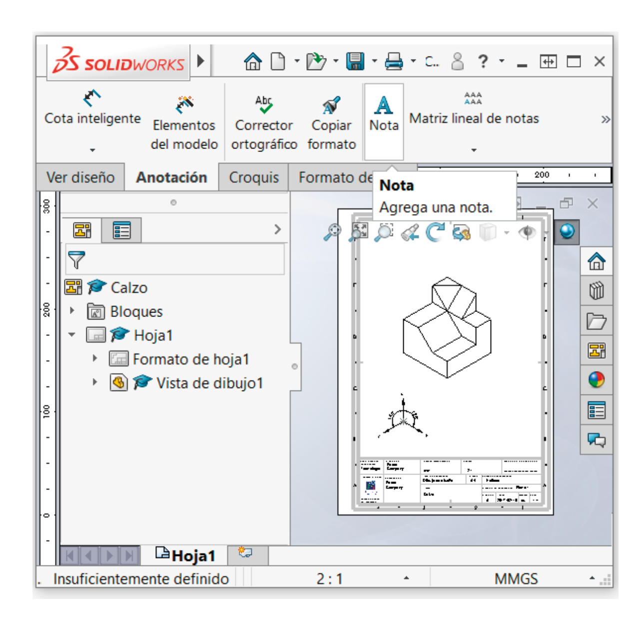
- Convierta el símbolo en un bloque:
  - Seleccione todas las líneas y notas mediante una selección múltiple
  - Pulse el botón derecho del ratón para abrir el menú contextual
  - Seleccione *Crear bloque*
  - Seleccione el origen de coordenadas como punto de inserción del bloque
  - Pulse *Aceptar*

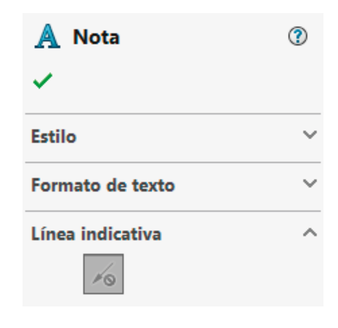


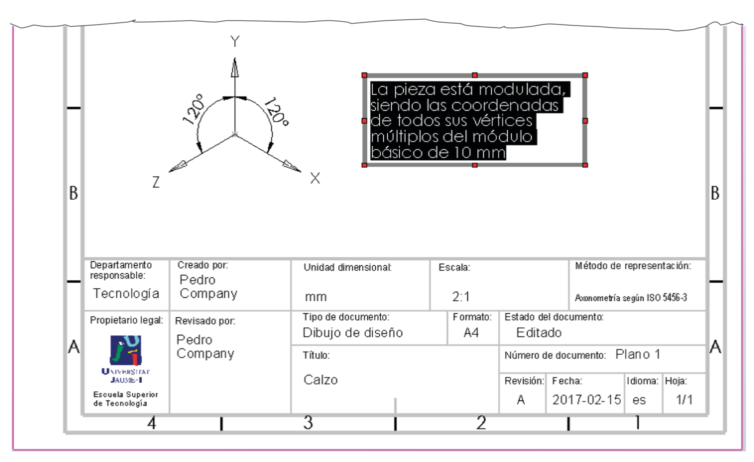
Ejecución

Añada la nota de texto:

- √ Seleccione el comando *Nota*
- √ Apunte la línea de referencia a un punto vacío de la hoja
- √ Escriba el texto de la nota
- √ Edite la nota para ocultar la línea de referencia







Ejecución

Tarea

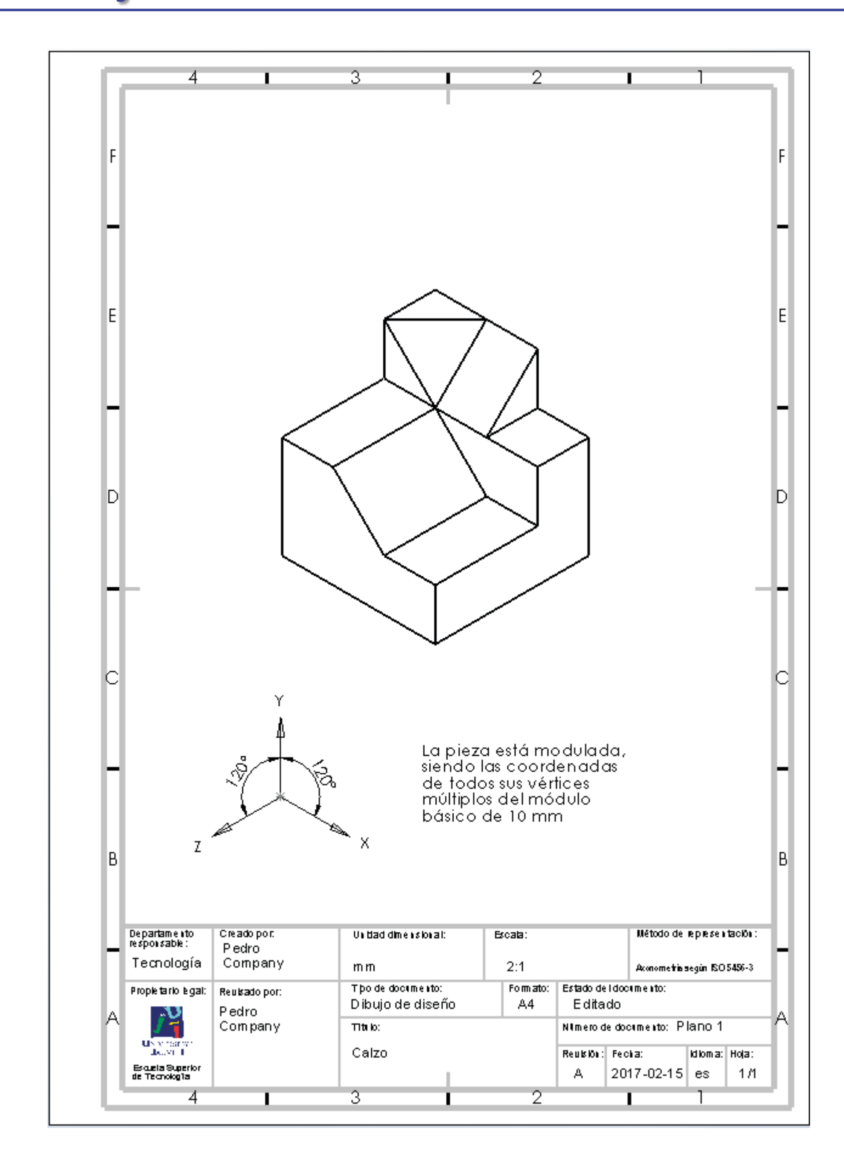
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Evaluación

El dibujo resultante debe ser el mostrado en la figura



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

1 La orientación del modelo afecta a los dibujos

2 Los dibujos pictóricos se extraen de forma guiada desde el modelo

3 Los dibujos pueden complementarse con anotaciones

4 Las anotaciones simbólicas se dibujan con las herramientas de croquizado

Y se pueden convertir en bloques, para evitar que se descompongan inadvertidamente

5 Las anotaciones de texto se pueden añadir directamente en los dibujos con la herramienta de Notas

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Evaluación: válido

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

Haga las siguientes comprobaciones para confirmar que el documento anotado es válido:

- √ Compruebe que puede encontrar el fichero con extensión SLDDRW
- √ Use el explorador de ficheros para comprobar que se ha "empaquetado" el fichero del modelo junto con el de dibujo

#	Criterio
N1	**El documento anotado es válido**
N1.1	Tanto el fichero del documento anotado como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
N1.1a	El fichero del documento anotado tiene el contenido y nombre esperados, y está en la ubicación esperada
N1.1b	Todos los documentos vinculados al documento anotado son accesibles, incluso cuando las librerías no están disponibles o cuando hay problemas de compatibilidad entre versiones
N1.2	El fichero del documento anotado puede ser abierto
N1.2a	El fichero del documento anotado puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
N1.2b	El fichero del documento anotado es compatible con la aplicación (CAD, PDF, etc.) del receptor
N1.3	El fichero del documento anotado puede ser usado
N1.3a	El fichero del documento anotado está libre de mensajes de error
N1.3b	El fichero del documento anotado está libre de operaciones en progreso

- √ Compruebe que el fichero contiene el dibujo esperado
- √ Trate de reabrir el documento en otro ordenador
- √ Compruebe que el árbol del dibujo esté libre de errores





ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

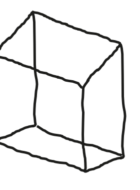
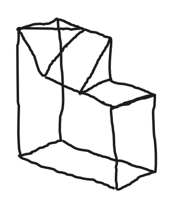
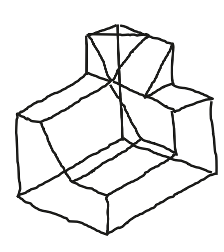
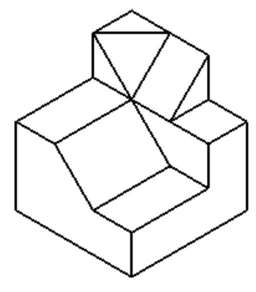
Evaluación: completo

Puede comprobar mediante los siguientes criterios que el dibujo está completo:

#	Criterio
Dp2	**El dibujo de pieza está completo**
Dp2.1	Las vistas muestran completamente todos los elementos exteriores de la pieza
Dp2.2	Los cortes muestran completamente todos los elementos interiores de la pieza
Dp2.3	Se han incluido los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria necesarias
Dp2.4	Las cotas muestran todas las dimensiones de la pieza

√ Compruebe que las vistas muestran toda la pieza:

- √ La pared trasera
- √ Las esquinas superiores
- √ La rampa delantera

√ No hay cotas que comprobar, porque se han reemplazado por una nota

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Evaluación

Válido

Completo

Consistente

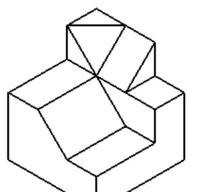
Conciso

Claro

Int. de diseño

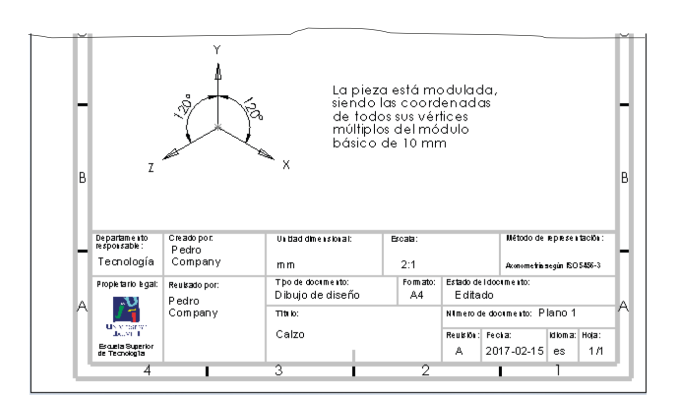
Puede comprobar mediante los siguientes criterios que el documento anotado está completo:

- Ya se ha comprobado que la vista muestra toda la pieza:
  - La pared trasera
  - Las esquinas superiores
  - La rampa delantera



#	Criterio
N2	**El documento anotado está completo**
N2.1	El documento anotado incluye todos los modelos, ensamblajes y dibujos necesarios para dar sentido a las anotaciones
N2.1a	El documento anotado incluye todos los modelos requeridos
N2.1b	El documento anotado incluye todos los ensamblajes requeridos
N2.1c	El documento anotado incluye todos los dibujos requeridos
N2.2	El documento anotado incluye todas las anotaciones requeridas
N2.2a	El documento anotado incluye todas las anotaciones de geometría requeridas
N2.2b	El documento anotado incluye todas las anotaciones de fabricación requeridas
N2.2c	El documento anotado incluye todas las anotaciones de diseño requeridas

- Compruebe que el dibujo incluye todas las anotaciones necesarias para saber el tipo de dibujo que es

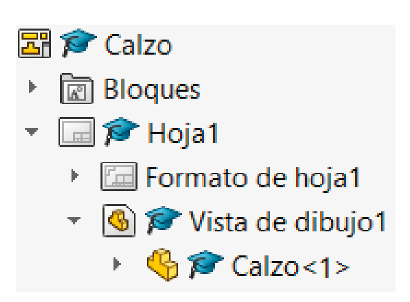


Evaluación: consistente

Puede comprobar que el dibujo es consistente mediante los siguientes criterios:

#	Criterio
Dp3	**El dibujo de pieza es consistente**
Dp3.1	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria), están extraídas del modelo
Dp3.1a	Las vistas (incluso las cortadas) están extraídas del modelo y vinculadas a él
Dp3.1b	El dibujo minimiza los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria delineadas manualmente
Dp3.2	Las cotas están vinculadas al modelo
Dp3.3	Tanto las representaciones geométricas como las cotas cumplen las normas UNE o ISO
Dp3.3a	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria), cumplen las normas UNE o ISO
Dp3.3b	Las cotas cumplen las normas UNE o ISO

√ Despliegue el árbol del dibujo para comprobar que la única vista está vinculada a una instancia del modelo sólido

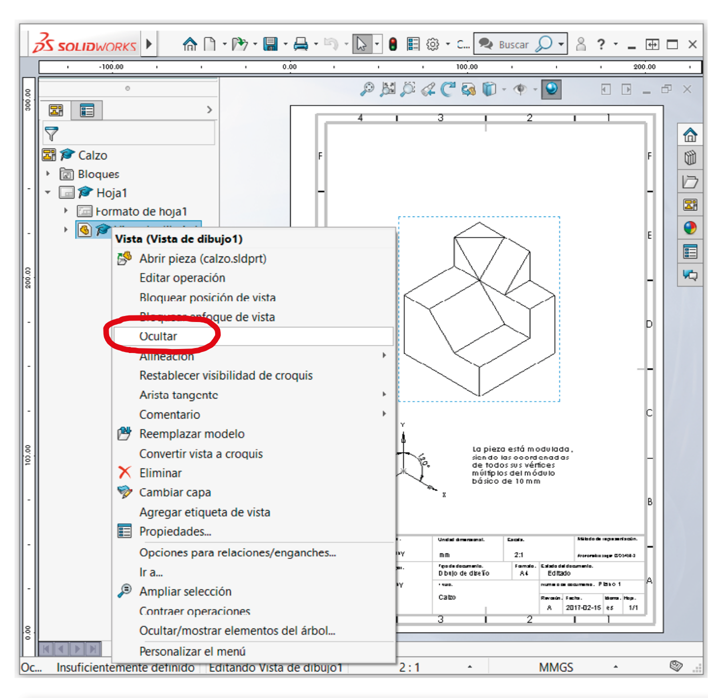


Evaluación: consistente

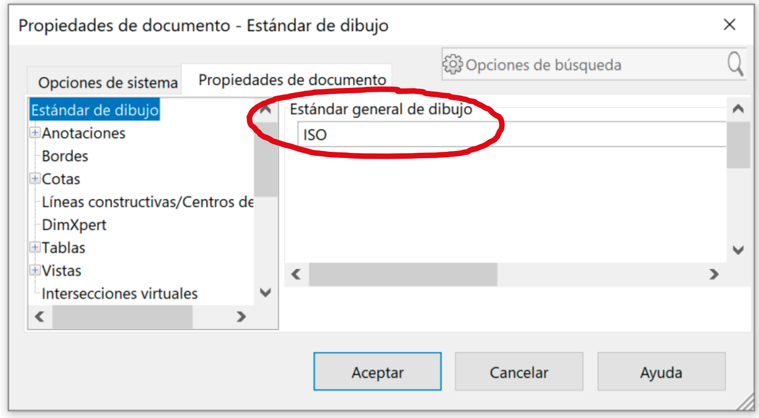
- Tarea
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones
- **Evaluación**
  - Válido
  - Completo
  - **Consistente**
  - Conciso
  - Claro
  - Int. de diseño

√ Compruebe que el dibujo no tiene elementos delineados

- √ Oculte la vista listada en el árbol del dibujo
- √ Compruebe que en el dibujo no quedan líneas "huérfanas"
- √ Vuelva a visualizar la vista



√ Compruebe que las opciones del sistema están configuradas con las normas apropiadas



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

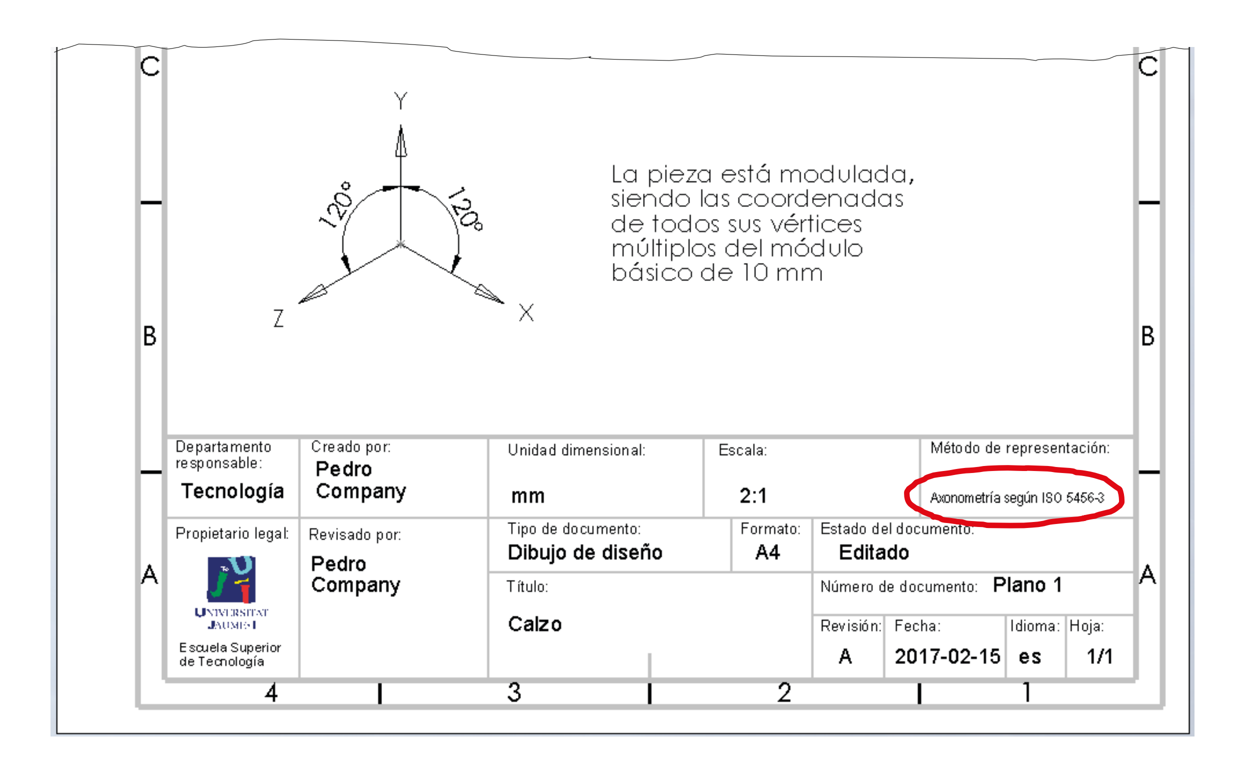
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Evaluación: consistente

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

√ Revise el tipo de representación:

- Compruebe que el tipo de proyección usado corresponde con el indicado en el bloque de títulos
- Compruebe que el símbolo añadido para indicar la proyección axonométrica es correcto



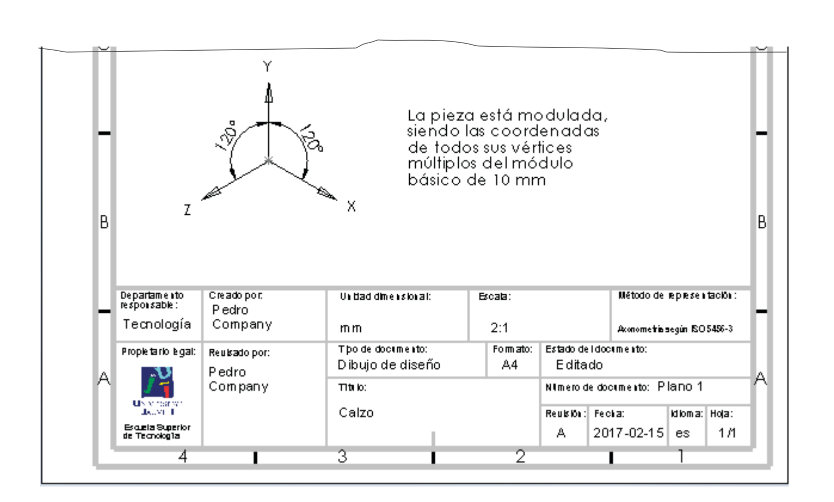
Evaluación: consistente

Puede comprobar que las anotaciones son consistentes mediante los siguientes criterios:

#	Criterio
N3	**Las anotaciones del documento anotado son consistentes**
N3.1	Las anotaciones están bien vinculadas a los modelos, ensamblajes o dibujos
N3.1a	Cada anotación está presente en aquel documento principal que muestra la característica a controlar o la información a vincular
N3.1b	Cada anotación señala claramente el elemento con el que guarda relación
N3.2	Las anotaciones cumplen las normas aplicables
N3.2a	Los símbolos son apropiados para el tipo de anotación
N3.2b	Las leyendas y parámetros son apropiados para el tipo de anotación

√ Las anotaciones está colocadas sobre el bloque de títulos, para que sea fácil encontrarlas y vincular su información con la del propio bloque de títulos

√ Las anotaciones cumplen los criterios de la norma ISO 5456-3, que es la aplicable para identificar el tipo de proyección



Evaluación: conciso

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

Puede comprobar mediante los siguientes criterios que el dibujo es conciso:

#	Criterio
Dp4	**El dibujo de pieza es conciso**
Dp4.1	El dibujo está libre de vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas innecesarias para mostrar el modelo
Dp4.1a	El dibujo está libre de vistas que no ayudan a mostrar el exterior del modelo
Dp4.1b	El dibujo está libre de cortes que no ayudan a mostrar el interior del modelo
Dp4.1c	El dibujo está libre de geometría suplementaria que no ayuda a mostrar el modelo
Dp4.1d	El dibujo está libre de cotas que no ayudan a mostrar las dimensiones del modelo
Dp4.2	El dibujo está libre de redundancias en vistas, cortes, geometría suplementaria o cotas
Dp4.2a	El dibujo está libre de vistas redundantes
Dp4.2b	El dibujo está libre de cortes redundantes
Dp4.2c	El dibujo está libre de geometría suplementaria redundante
Dp4.2d	El dibujo está libre de cotas redundantes

√ Dado que sólo hay una vista, es trivial comprobar que no hay vistas innecesarias

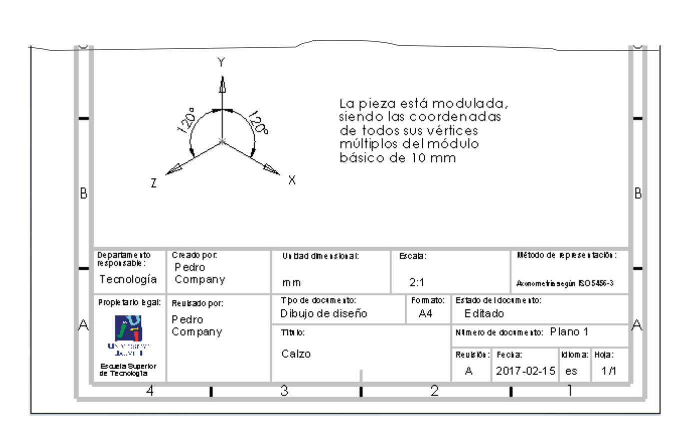
√ Dado que sólo hay una vista, es trivial comprobar que no hay vistas redundantes

Evaluación: conciso

Puede comprobar mediante los siguientes criterios que las anotaciones son concisas:

#	Criterio
N4	**Las anotaciones del documento anotado son concisas**
N4.1	No hay anotaciones repetidas o redundantes
N4.1a	Todas las anotaciones aportan información diferente al resto
N4.1b	Las anotaciones que se muestran en diferentes documentos vinculados, están también vinculadas entre sí
N4.2	No hay anotaciones innecesarias o irrelevantes
N4.2a	Todas las anotaciones aportan información necesaria
N4.2b	Todas las anotaciones aportan información relevante

- √ Inspeccione el dibujo para comprobar que la identificación del sistema de representación no está duplicada
- √ Inspeccione el dibujo para comprobar que la indicación del tamaño del producto no está duplicada
- √ Inspeccione el dibujo para comprobar que no hay ninguna anotación innecesaria



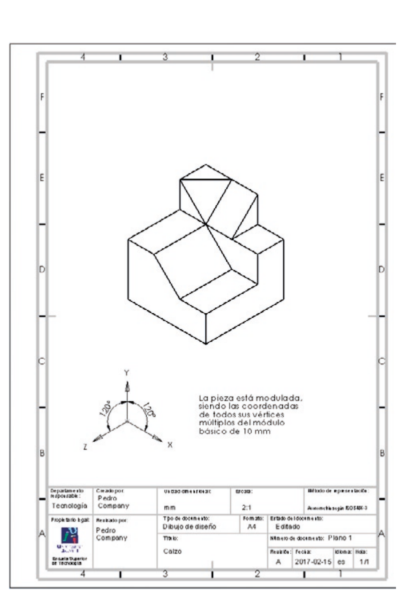
Evaluación: claro

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

Los criterios para obtener un dibujo de pieza claro pueden comprobarse como sigue:

#	Criterio
Dp5	**El dibujo de pieza es claro**
Dp5.1	El formato de hoja es correcto
Dp5.2	El documento del dibujo está bien identificado
Dp5.3	El contenido del dibujo de pieza está bien presentado
Dp5.3a	Los tipos de líneas son correctos
Dp5.3b	La colocación de las vistas, los cortes, la geometría suplementaria y las cotas favorece la lectura del dibujo

- √ Compruebe que la hoja no es ni demasiado grande, ni demasiado pequeña
- √ Compruebe que la hoja incluye el recuadro y el bloque de títulos
- √ Compruebe que las líneas del dibujo tienen los grosores y tipos apropiados
- √ Compruebe que la vista está centrada en el papel

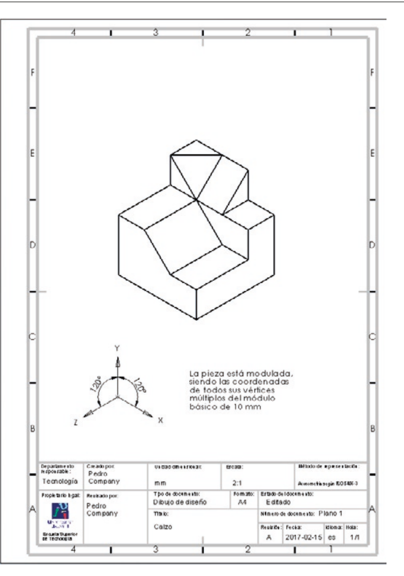


Evaluación: claro

Los criterios para obtener unas anotaciones claras pueden comprobarse como sigue:

#	Criterio
N5	**Las anotaciones del documento anotado son claras**
N5.1	Las anotaciones están colocadas evitando solapes y maximizando su visibilidad
N5.1a	No se producen solapes entre las anotaciones y la geometría, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
N5.1b	No se producen solapes entre anotaciones, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
N5.2	Las anotaciones están agrupadas en vistas de anotación coherentes
N5.2a	Todas las anotaciones están agrupadas
N5.2b	Los grupos de notas son coherentes con la dirección de visualización predominante

- √ Compruebe que las dos anotaciones son claramente visibles, y no se solapan
- √ Compruebe que las anotaciones, que hacen referencia al tipo de dibujo, están cerca de los datos del dibujo contenido en el bloque de título

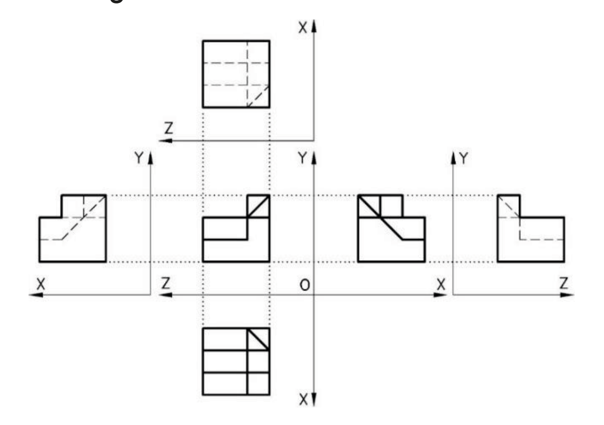


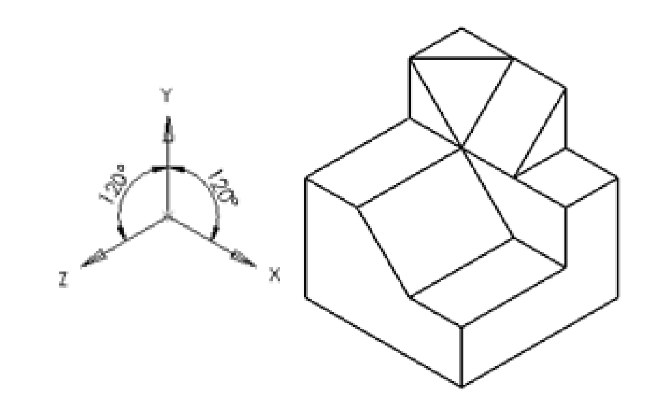
Evaluación: intención de diseño

Puede comprobar los siguientes criterios para saber si el dibujo de pieza transmite intención de diseño:

#	Criterio
Dp6	**El dibujo de pieza transmite intención de diseño**
Dp6.1	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas ayudan a resaltar la intención de diseño (orientación, simetría, etc.)
Dp6.1a	La orientación de la pieza ayuda a transmitir su funcionalidad
Dp6.1b	La disposición de las vistas, cortes y cotas ayuda a resaltar las simetrías y los patrones
Dp6.2	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas muestran los datos originales de diseño
Dp6.2a	El modelo se ha dibujado evitando perder cotas de diseño (no hay trasferencias de cotas)
Dp6.2b	El modelo se ha dibujado evitando ocultar simetrías y patrones

√ Compruebe que la pieza está orientada igual que el diseño original





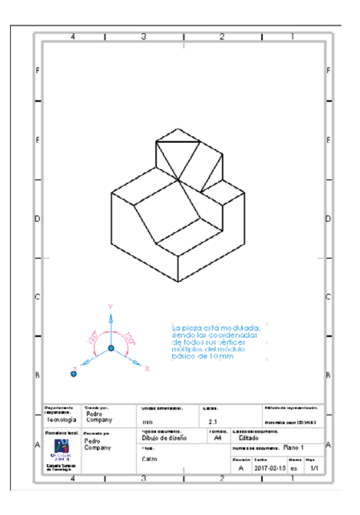
√ No procede comprobar simetrías ni patrones

Evaluación: intención de diseño

Puede comprobar los siguientes criterios para saber si el documento anotado transmite intención de diseño:

#	Criterio
N6	**Las anotaciones del documento anotado transmiten la intención de diseño**
N6.1	La ordenación de las anotaciones facilita la interrogación de las propiedades y atributos del producto referido en el documento
N6.1a	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre geometría
N6.1b	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre fabricación
N6.1c	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre criterios de diseño
N6.2	Las anotaciones ayudan a entender la relación del producto con la información que muestran
N6.2a	La colocación de las notas ayuda a entender sus relaciones mutuas, y sus relaciones con los productos
N6.2b	No hay "transferencia" de notas que altere la naturaleza de la información que se transmite, o su relación con el producto

√ Compruebe que el dibujo incluye las anotaciones que permiten conocer sin ambigüedad el sistema de representación y las medidas del objeto



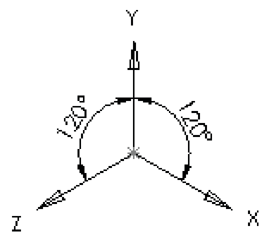
Evaluación: intención de diseño

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

- √ En éste caso, dado que hay pocas anotaciones, y que son planas y permanentemente visibles, la comprobación sobre posibilidades de interrogar al documento para filtrar las anotaciones (mostrando sólo las relevantes para una cuestión dada), es trivial

- √ Compruebe que cada anotación informa de un aspecto del tipo de representación:

  - √ La anotación de la izquierda informa sólo del sistema de representación
  - √ La anotación de la derecha informa sólo del tamaño del objeto



La pieza está modulada, siendo las coordenadas de todos sus vértices múltiplos del módulo básico de 10 mm

Ejercicio 4.1.2. Tuerca de plato rotulada

Tarea

La figura muestra una fotografía de una tuerca de plato para encofrados:

- La tuerca es de hierro dúctil con acabado galvanizado resistente al óxido
- El plato es de 100 mm de diámetro y de 5 mm de espesor
- El plato tiene tres rótulos de especificaciones, grabados en bajorelieve:
  - El modelo de tuerca es QS 0216
  - La carga de rotura de la tuerca es de 20 t
- Se puede enroscar y desenroscar mediante llave aplicada al tubo central con forma de prisma hexagonal (de altura 50 mm)
- También se puede enroscar y desenroscar mediante martillo, golpeando lateralmente alguna de las dos alas troncocónicas perimetrales





Tarea

- La tuerca se enrosca en barras roscadas para encofrar (tipo WR) compatibles con la rosca DYWIDAG

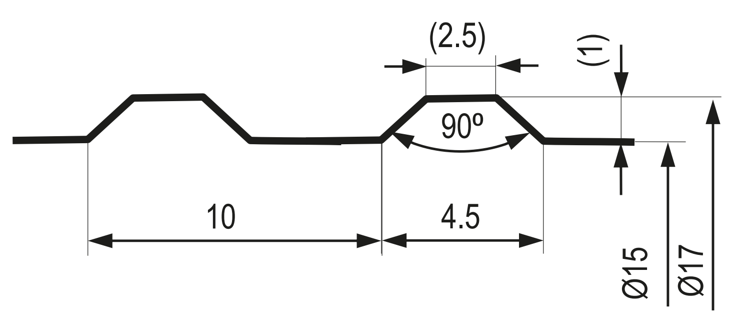




- La tuerca es compatible con las barras roscadas para encofrar de diámetro 15/17 mm (tipo 5/8")

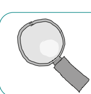
Núcleo de 15 mm y diámetro de rosca 17 mm

- Consultando los catálogos de barras con rosca DYWIDAG, se obtienen los datos de la rosca:
  - La rosca de la barra es trapezoidal, con medidas 4.5 x 1 x 90º
  - El paso de rosca es de 10 mm



- La rosca es dextrógira

La tuerca avanza sobre la barra al girar en sentido horario

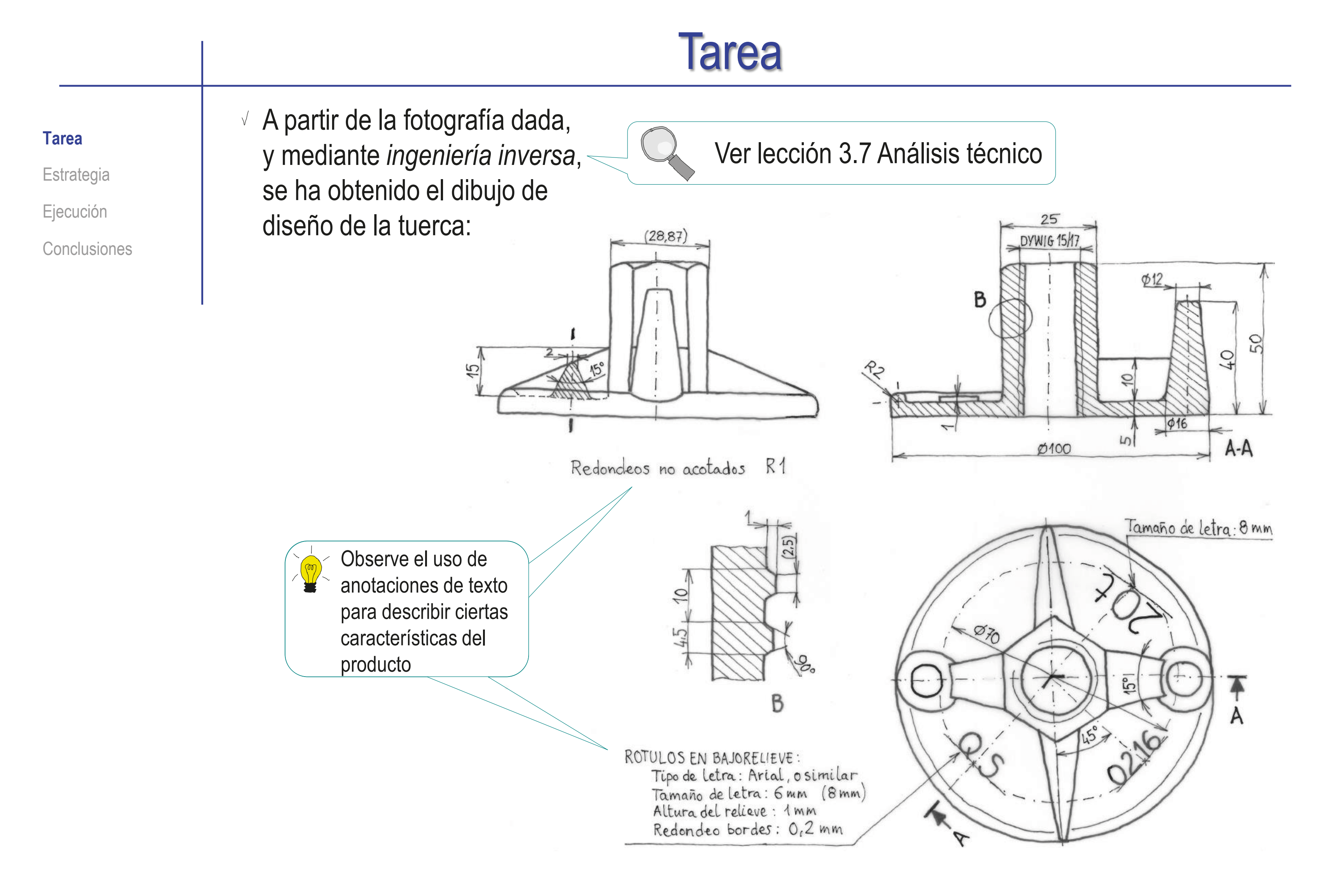


Ver lección 1.7.1 Curvas analíticas

Tarea

- A partir de la fotografía dada, y mediante *ingeniería inversa*, se ha obtenido el dibujo de diseño de la tuerca:

Ver lección 3.7 Análisis técnico



Observe el uso de anotaciones de texto para describir ciertas características del producto

La tarea es obtener el modelo sólido de la tuerca de plato

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

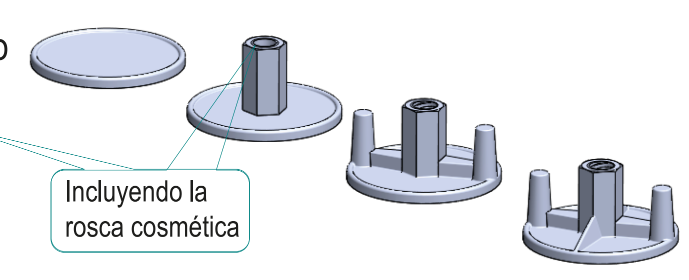
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia

La estrategia consta de tres pasos:

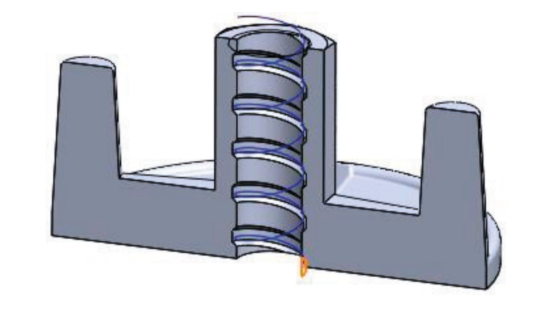
1 Obtenga el modelo de la tuerca con rosca cosmética:

- √ Modele el plato, con el borde redondo
- √ Modele el tubo hexagonal central
- √ Modele las alas, con sus refuerzos
- √ Modele los nervios triangulares



2 Añada el modelo geométrico de la rosca de tipo DYWIDAG:

- √ Dibuje la hélice de la trayectoria
- √ Dibuje el perfil del hilo de la rosca
- √ Aplique un barrido con el perfil, siguiendo la trayectoria helicoidal



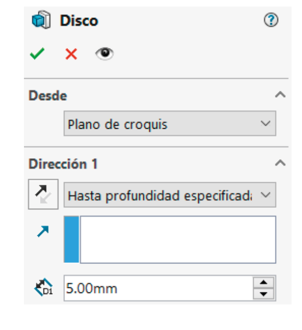
3 Añada los rótulos:

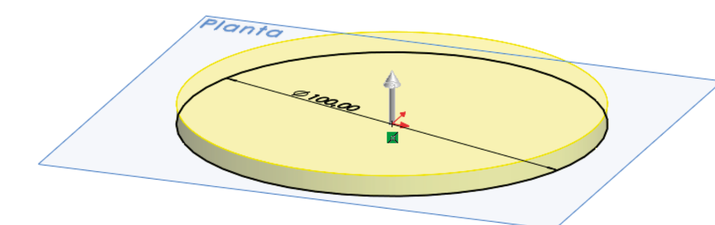
- √ Dibuje una plantilla para ayudar a colocar los rótulos
- √ Dibuje el perfil de los rótulos con ayuda del editor de textos
- √ Apique una extrusión para convertir los textos en bajorelieves

Ejecución

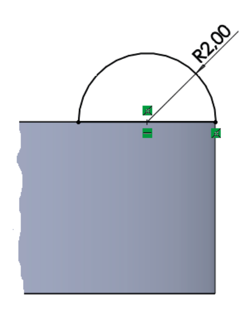
Obtenga el modelo del plato:

- √ Dibuje un croquis circular centrado en la *Planta*
- √ Extruya 5 mm





- √ Utilice el *Alzado* para dibujar una semicircunferencia en el borde del plato

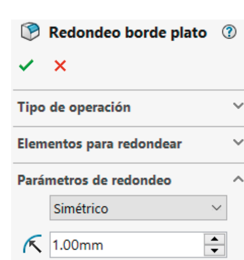


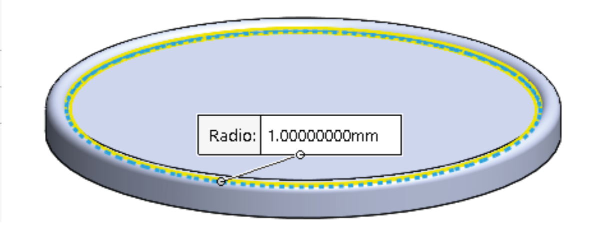
- √ Aplique una revolución para obtener el borde del plato

Borde del plato
Eje de revolución
Línea3
Dirección1
Hasta profundidad especificac
360.00°
Fusionar resultado

R2.00

- √ Añada el redondeo



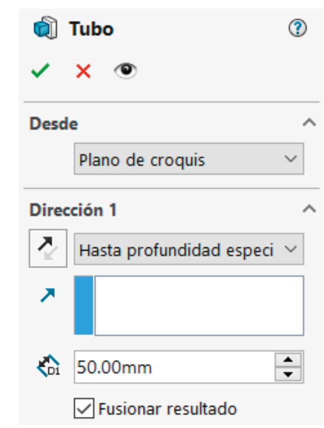


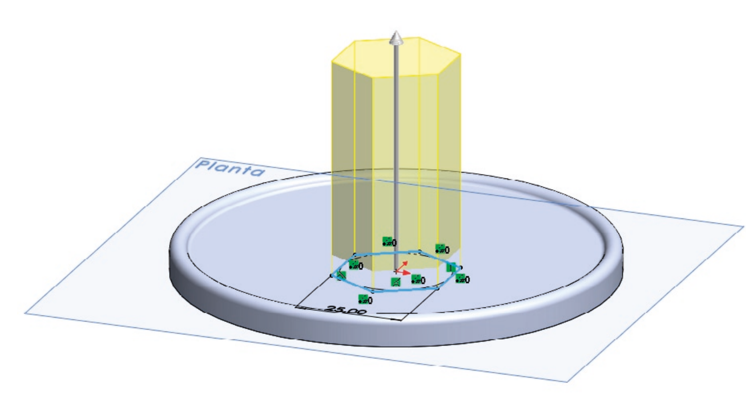
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

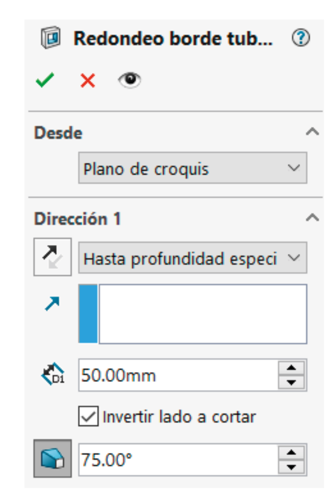
Obtenga el tubo central:

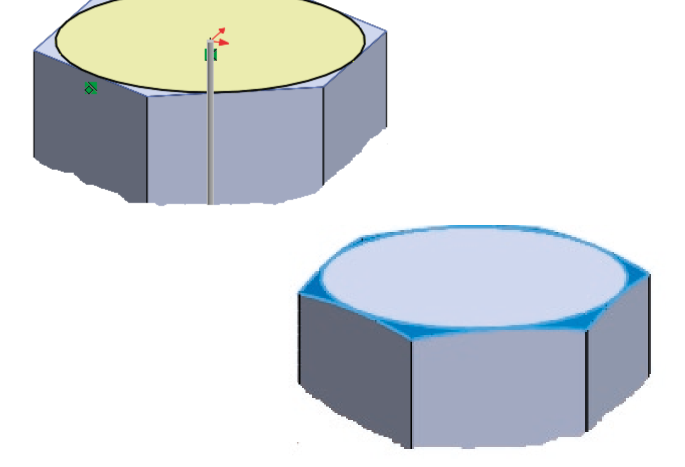
- Dibuje un croquis hexagonal centrado en la *Planta*
- Extruya 50 mm





- Dibuje una circunferencia inscrita en la casa superior del prisma
- Añada el redondeo mediante un corte extruido con ángulo de salida de 75°



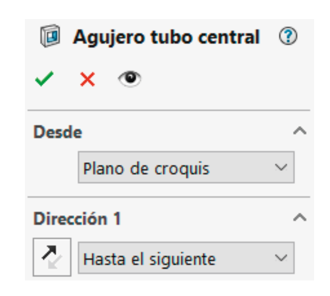


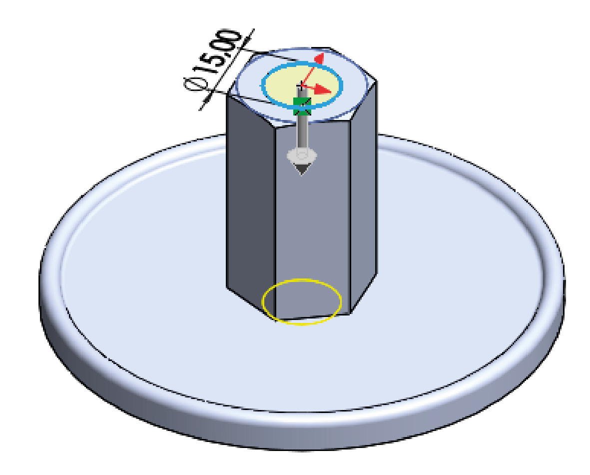
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

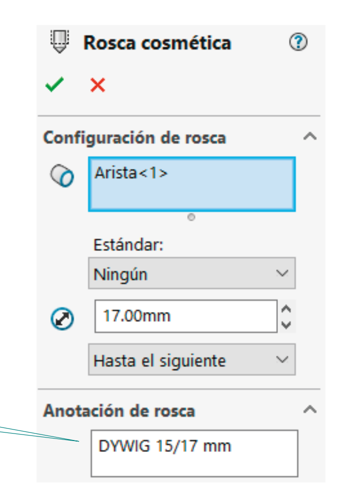
Ejecución

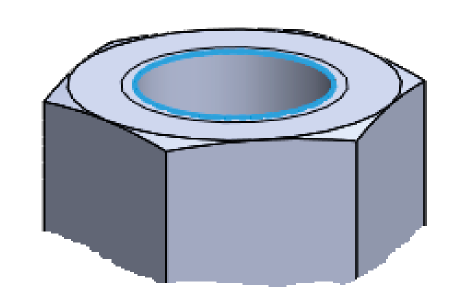
√ Obtenga el agujero mediante un corte extruido pasante





√ Añada la rosca cosmética





Defina el tipo de rosca en el campo de *Anotación*

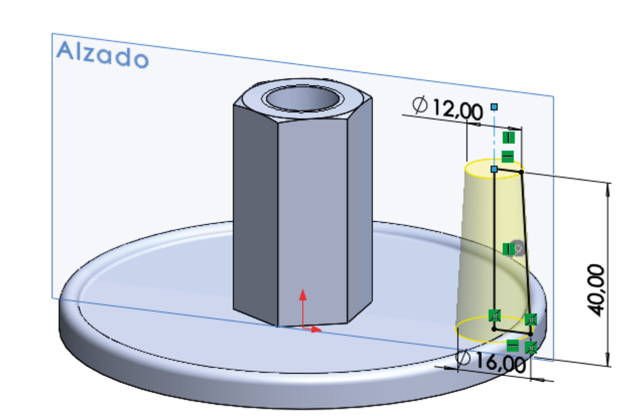
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Obtenga las alas troncocónicas:

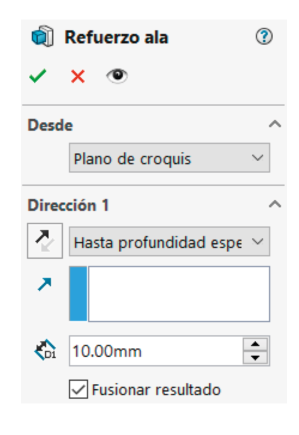
√ Dibuje un croquis trapezoidal en el alzado

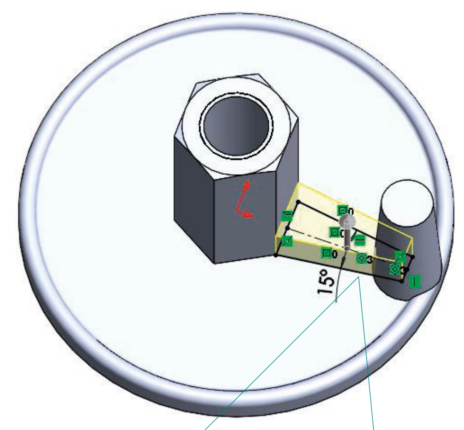
√ Obtenga el ala por revolución



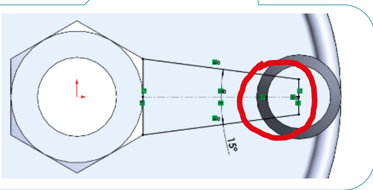
√ Dibuje el perfil del refuerzo sobre la cara superior del disco del plato

√ Aplique una extrusión para obtener el refuerzo





Haga que el perfil se intersecte con el ala para obtener automáticamente la intersección de los sólidos

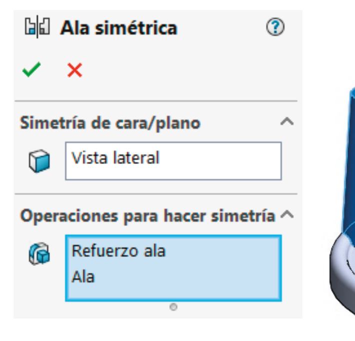


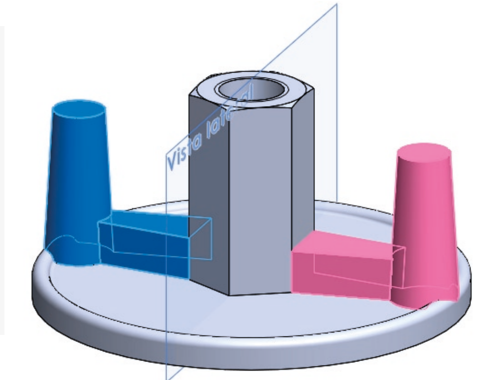
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

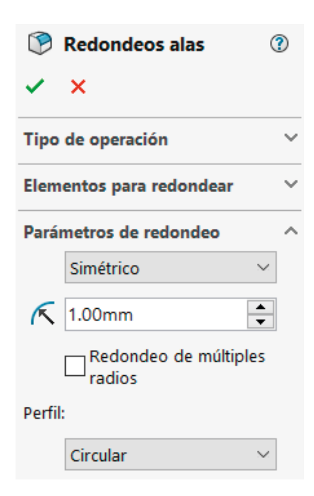
√ Aplique simetría respecto al *Plano lateral* para obtener la otra ala y su refuerzo

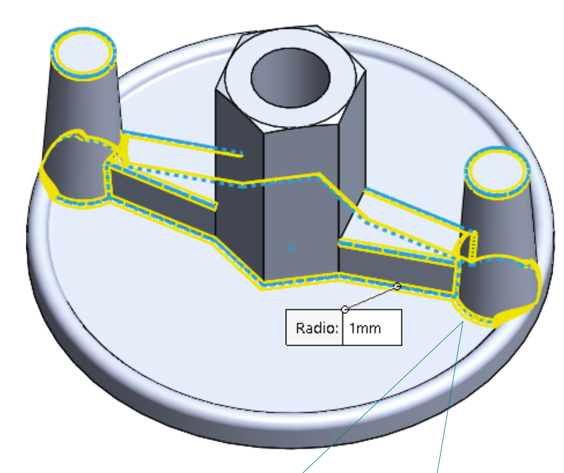




√ Añada los redondeos

Los redondeos se añaden después de la simetría, porque hay zonas de transición que conectan los refuerzos de ambas alas





Todos los redondeos se pueden agrupar en una única operación…

…salvo que aparezcan transiciones que el motor geométrico no pueda calcular…

…en cuyo caso hay que aplicar una operación independiente para cada redondeo

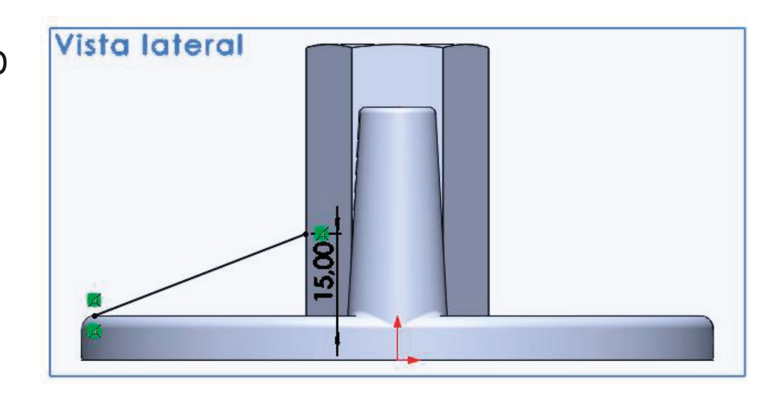
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

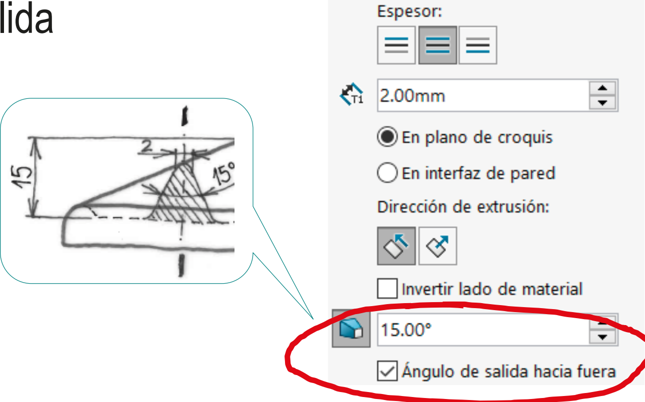
Ejecución

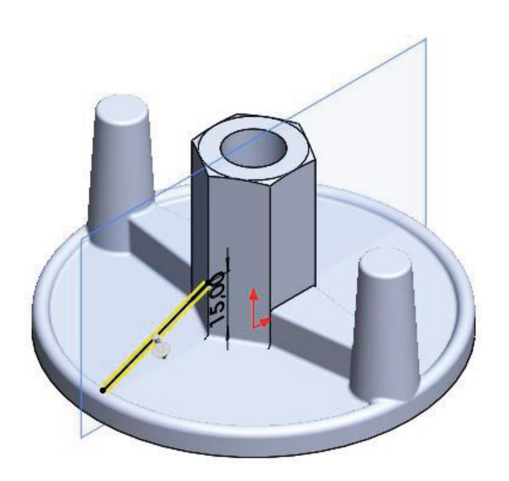
Obtenga los nervios triangulares:

√ Dibuje el contorno del nervio en un croquis situado en el *Plano lateral*



√ Aplique la operación nervio con ángulo de salida





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Tarea

Estrategia

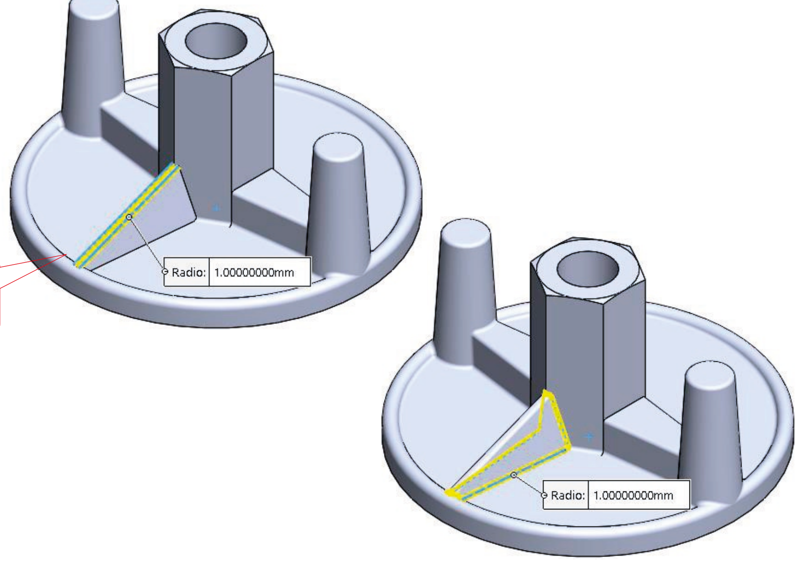
Ejecución

Conclusiones

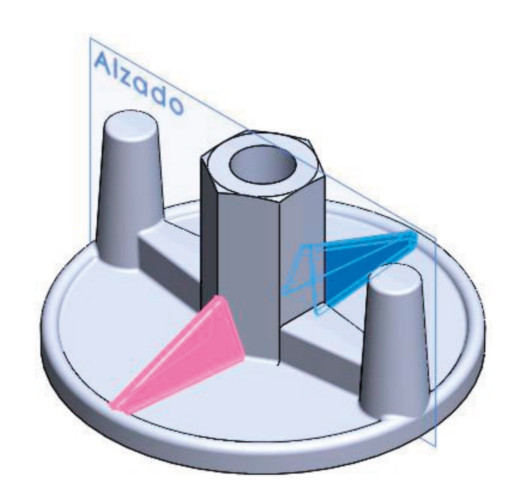
- Añada los redondeos del nervio:
  - Añada los redondeos del canto

Se añaden por separado para evitar problemas en la zona de transición

  - Añada los redondeos de la base



- Aplique simetría respecto al *Plano del alzado,* para obtener el otro nervio



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

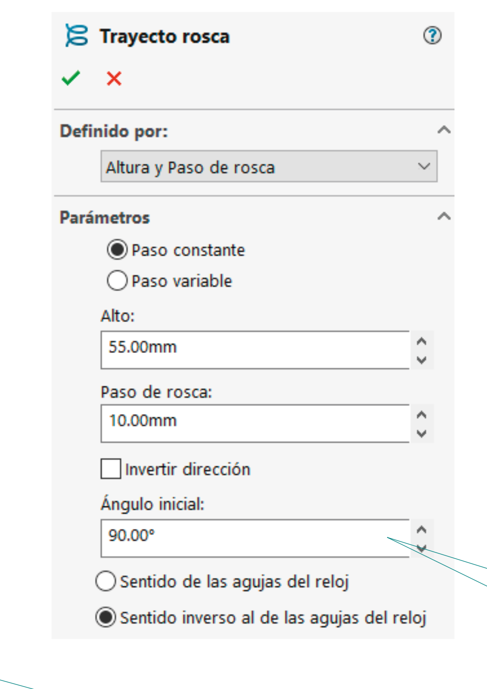
Añada la rosca geométrica:

√ Dibuje la trayectoria con ayuda de una curva tipo hélice:

√ Seleccione una altura total mayor que la altura del agujero roscado

Para asegurar que el barrido incluya la salida de rosca

√ Seleccione el sentido de giro apropiado para obtener una hélice dextrógira



Recuerde que el "sentido" de la hélice es el sentido de giro sobre la circunferencia base, visto desde el lado positivo del plano de base

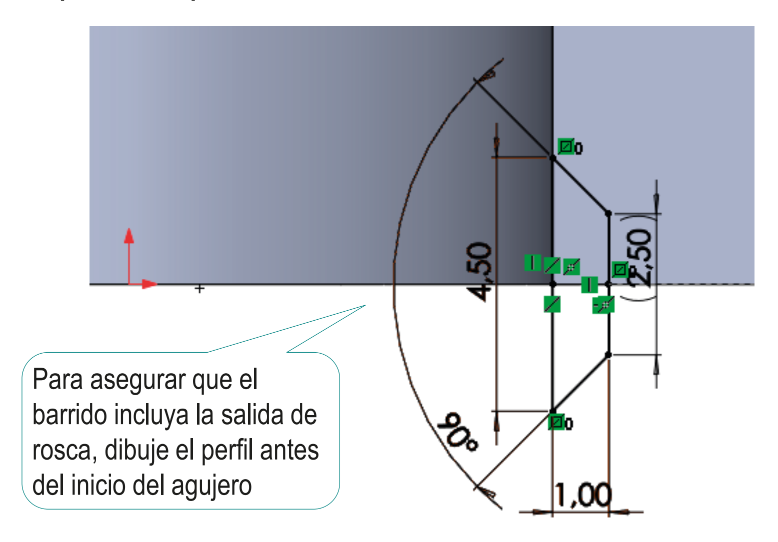
Seleccione el ángulo inicial necesario para que empiece en el plano donde va a croquizar el perfil del filete

ISBN: 978-84-18951-43-5

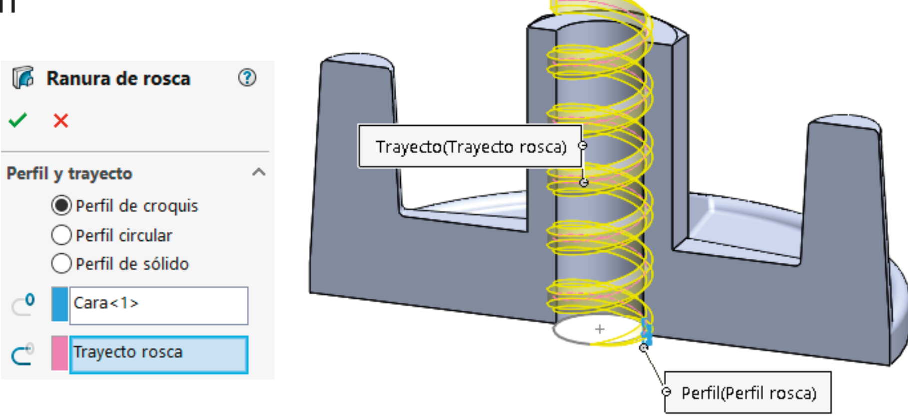
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

√ Dibuje el perfil trapezoidal



√ Aplique una operación de corte barrido



Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

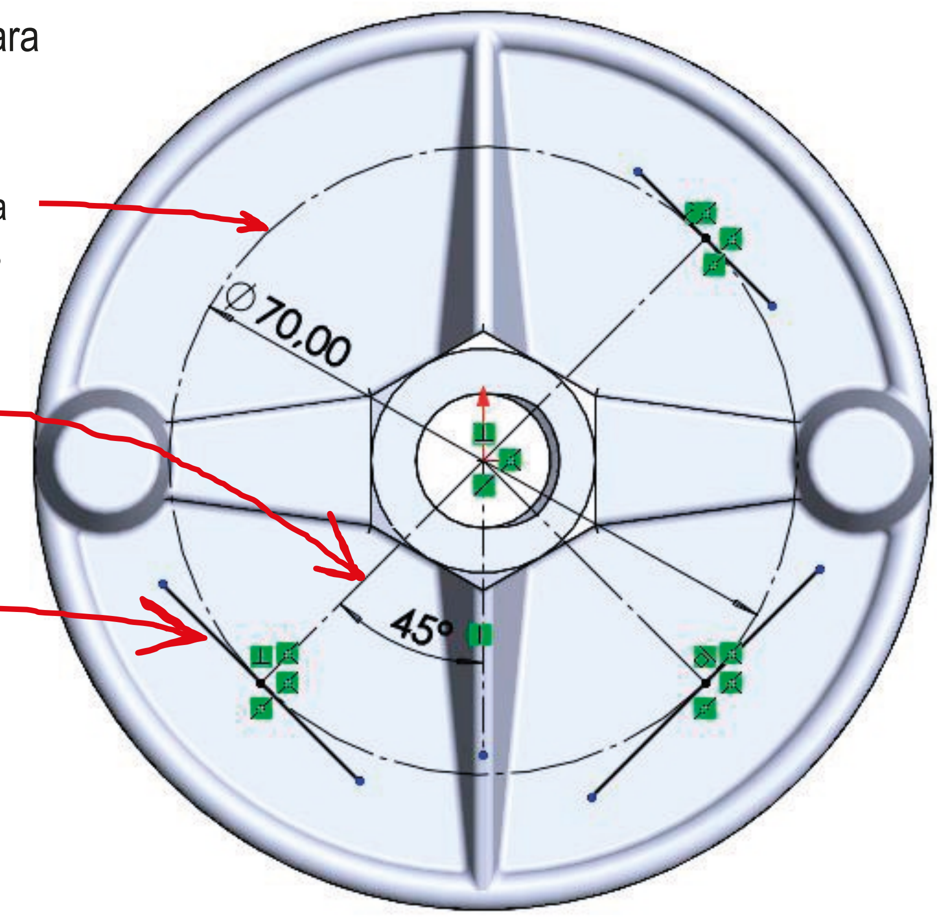
Añada los rótulos:

√ Dibuje la plantilla mediante un croquis situado en la cara superior del disco

√ Dibuje la circunferencia que inscribe los rótulos

√ Dibuje las líneas de centrado

√ Dibuje las líneas de base de los rótulos



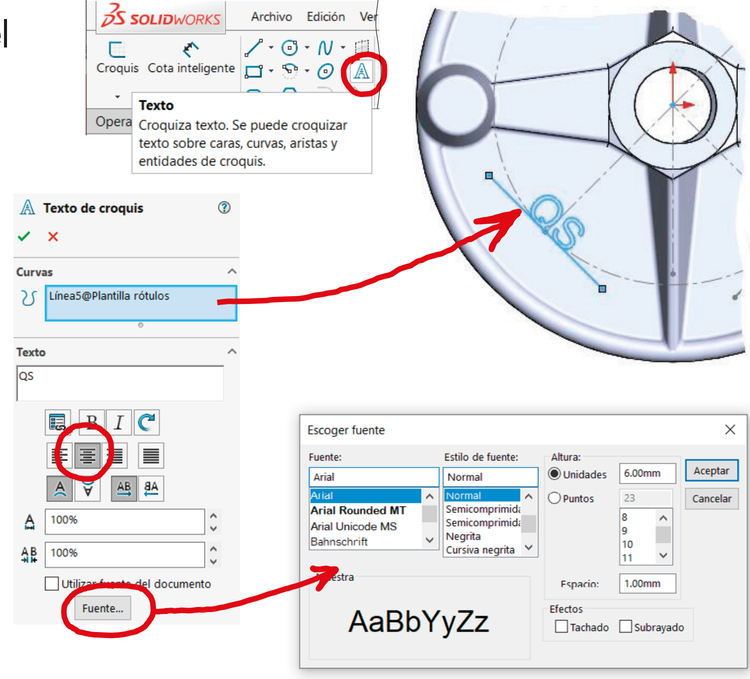
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

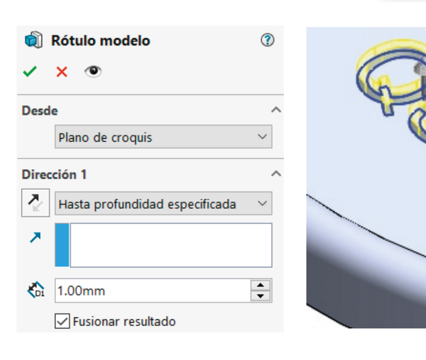
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

- Escriba el primer rótulo:
  - Seleccione la cara superior del disco como plano de croquis
  - Seleccione el comando *Texto*
  - Seleccione la línea del croquis auxiliar en la que se apoyará el texto
  - Escriba el texto
  - Defina los parámetros del texto

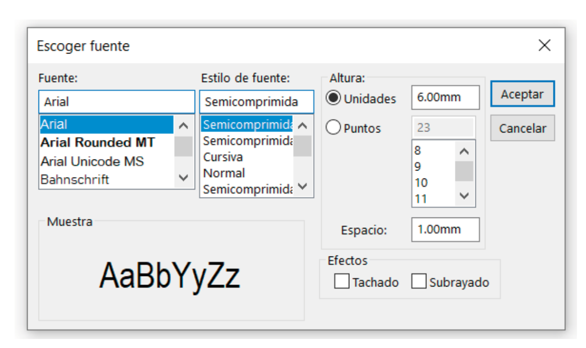


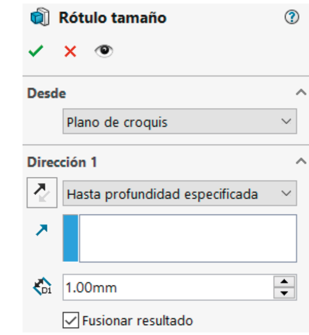
- Cierre el croquis
- Obtenga el rótulo extruyendo el texto

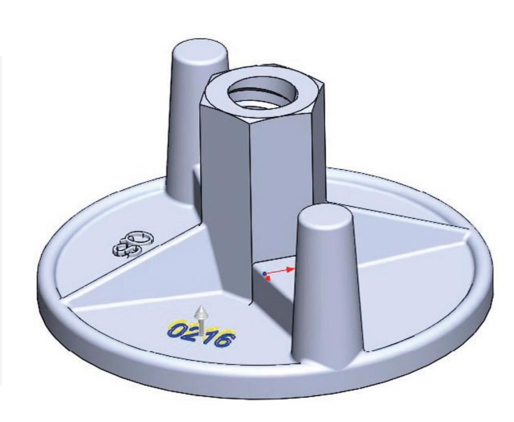


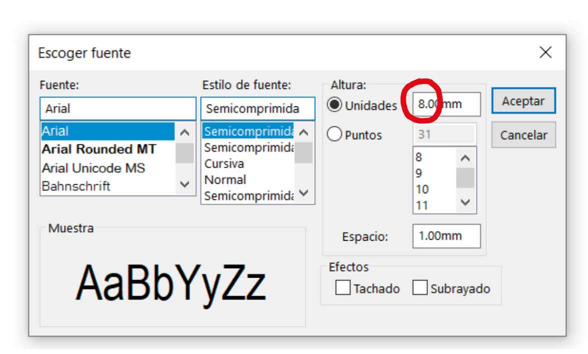
Ejecución

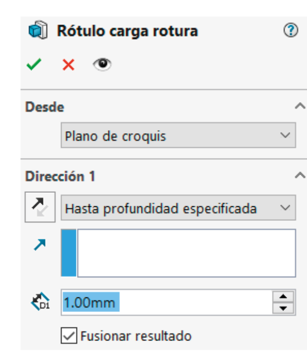
√ Repita el procedimiento para obtener los otros dos rótulos

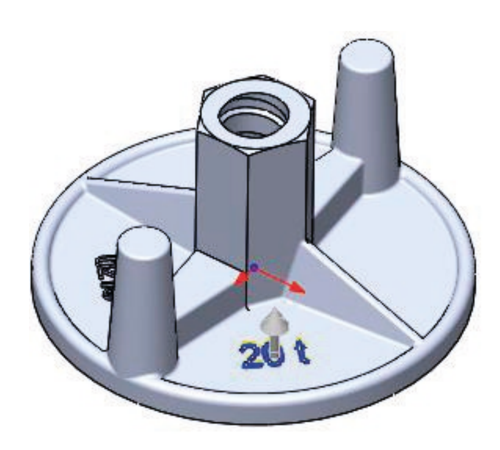




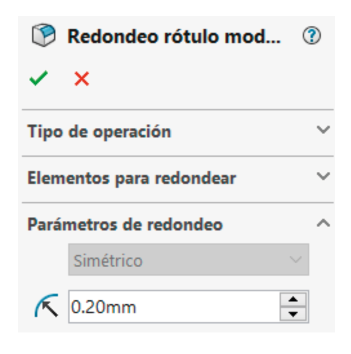


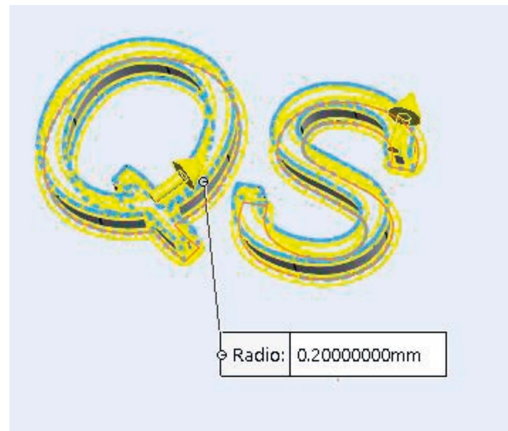






Puede redondear los bordes de los rótulos…







…pero puede ser mejor no hacerlo, porque es una tarea tediosa, y añade mucha complejidad al modelo



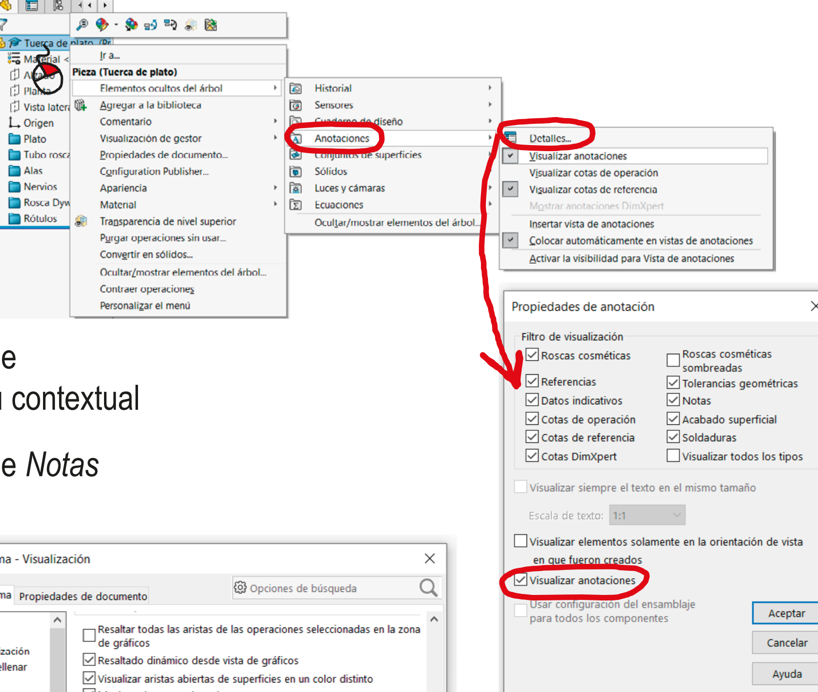
ISBN: 978-84-18951-43-5

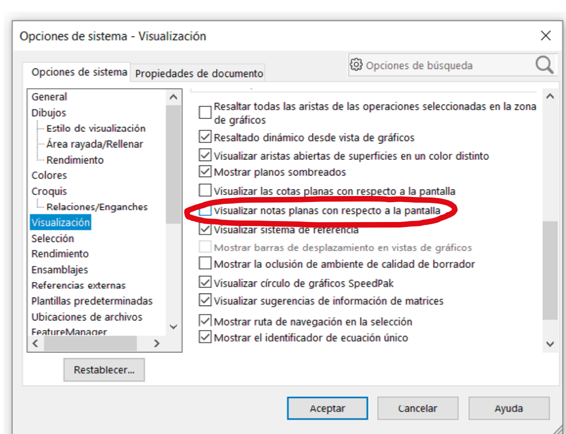
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184



Para reemplazar los redondeos por una anotación de redondeo:

- Compruebe que la visualización de anotaciones esté activa:
  - Despliegue la carpeta de *Anotaciones*
  - Active la visualización de anotaciones en el menú contextual
  - Active la visualización de *Notas*
  - Compruebe que NO este activada la opción de *Visualizar notas planas*





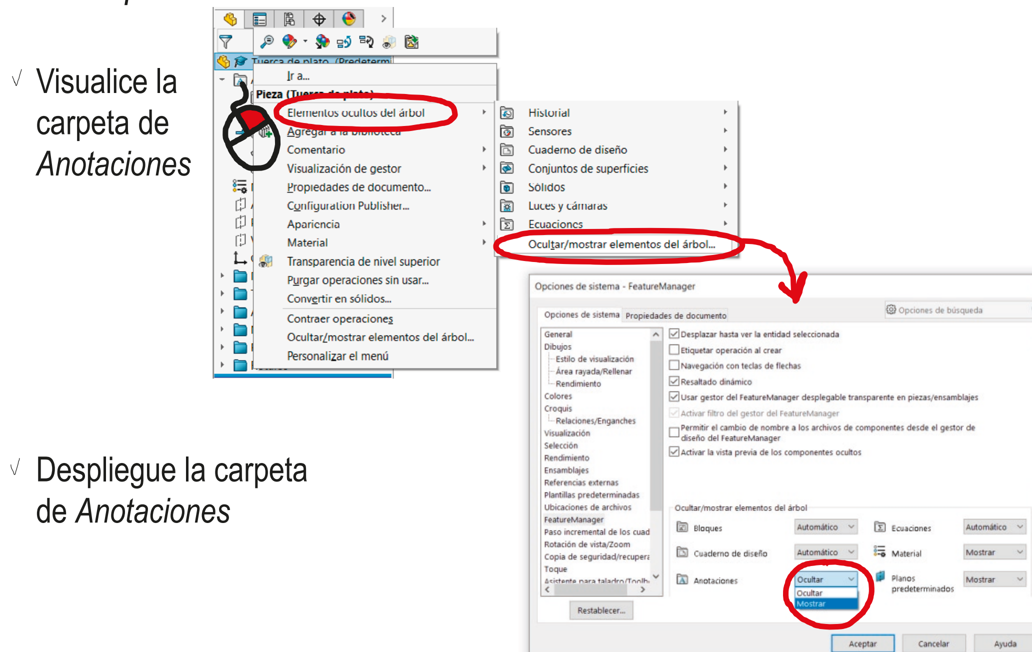
Ejecución

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
- Conclusiones

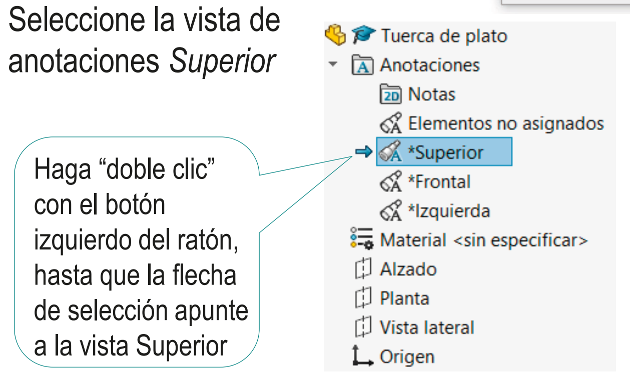
√ Seleccione la vista de anotación *Superior*:

√ Visualice la carpeta de *Anotaciones*

√ Despliegue la carpeta de *Anotaciones*



√ Seleccione la vista de anotaciones *Superior*



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

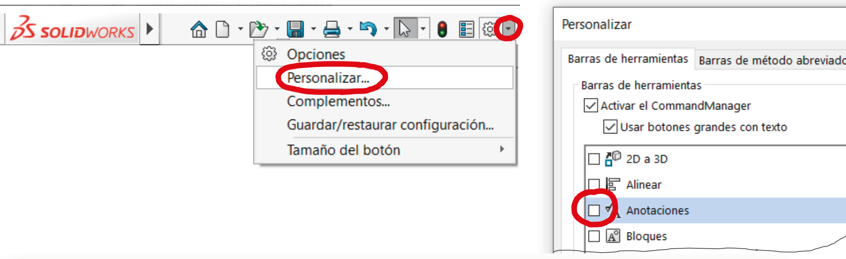
Tarea

Estrategia

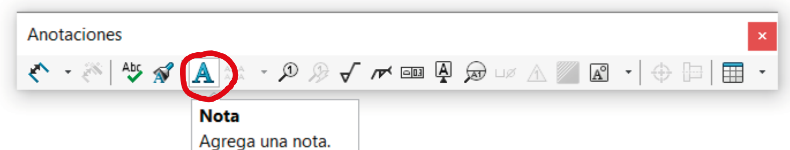
Ejecución

Conclusiones

√ Active el menú de *Anotaciones*



√ Seleccione el comando *Nota*

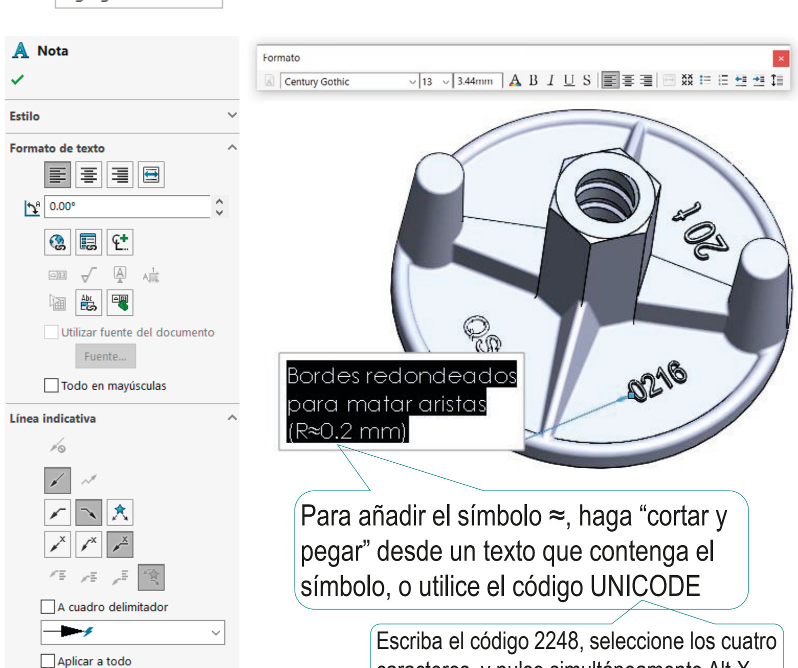


√ Seleccione el tipo de flecha

√ Coloque la nota vinculando la punta de la flecha al borde de uno de los rótulos

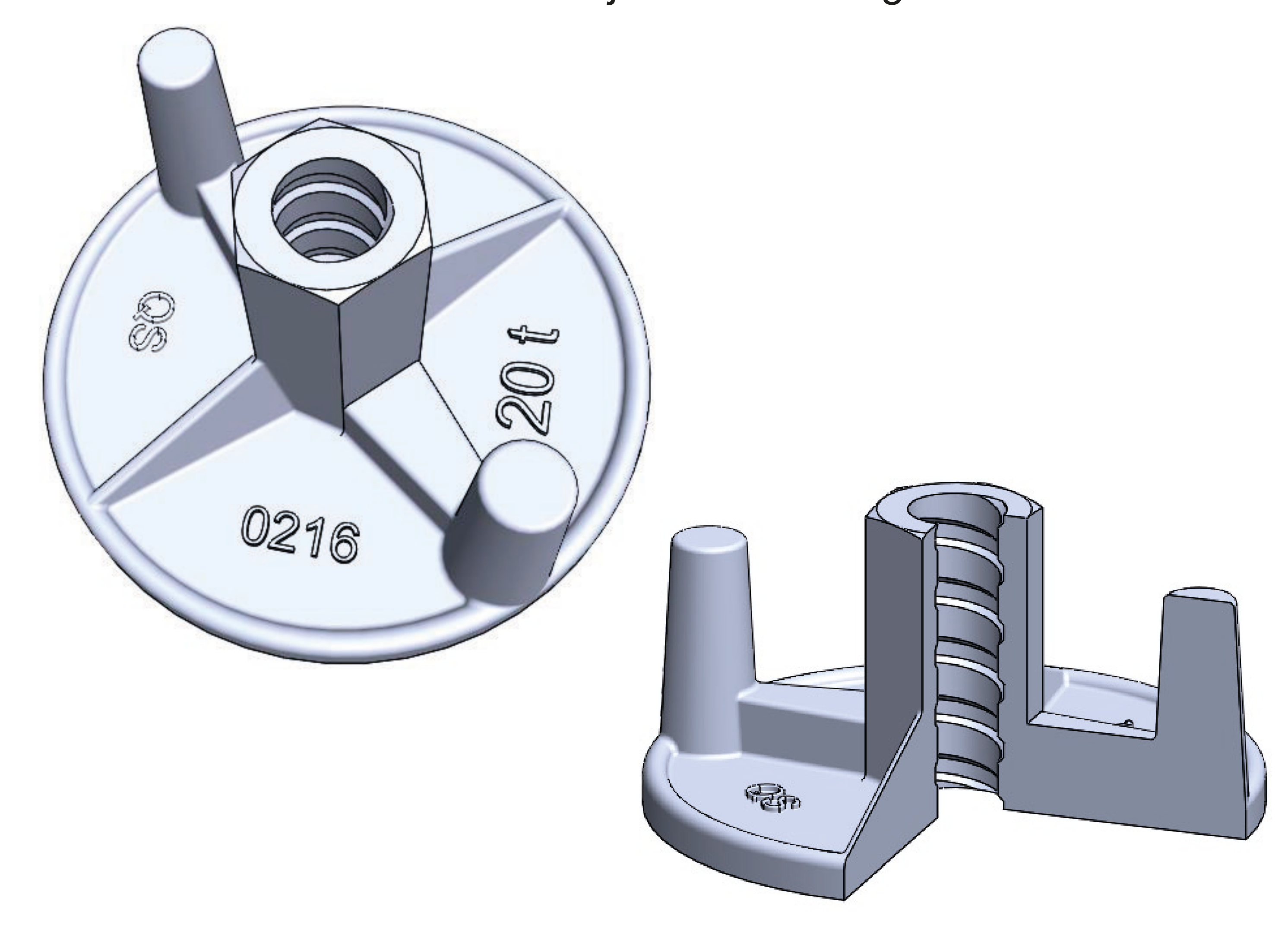
√ Escriba el texto:

"Bordes redondeados para matar aristas (R≈0.2 mm)"



Ejecución

El resultado final debe ser semejante al de la figura

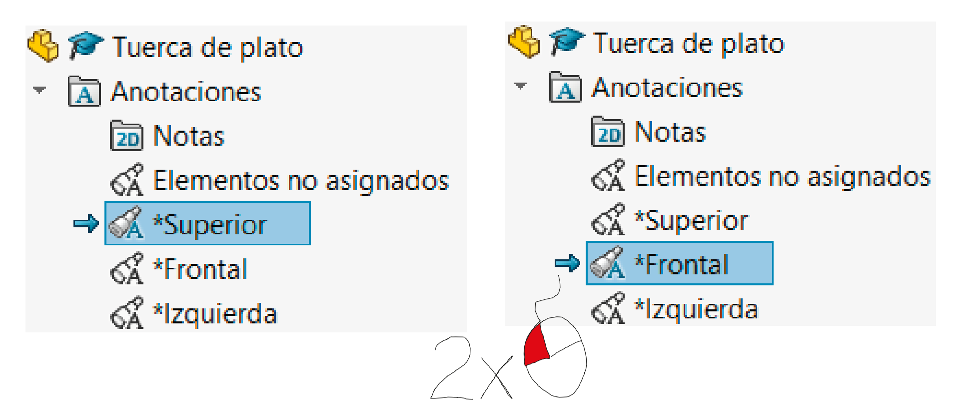


Ejecución

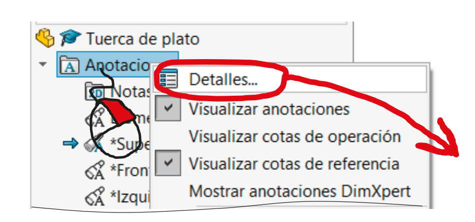


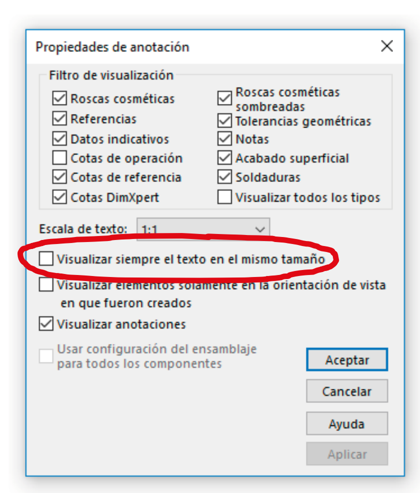
Para controlar la visualización de la anotación de texto:

- Active o desactive la vista Superior, para mostrar u ocultar sus anotaciones



- Fije el tamaño del texto a un valor constante en pantalla, o variable con la escala de la vista del modelo





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Determinar la forma y tamaño exactos de un modelo es un paso previo necesario para modelarlo

Los dibujos de definición de modelos pueden contener anotaciones para simplificar y/o clarificar la indicación de ciertas formas geométricas

2 Para modelar roscas no normalizadas hay que determinar todos sus parámetros

Las roscas no normalizadas, pero de amplio uso comercial, pueden definirse de forma simplificada, indicando el tipo de rosca mediante una anotación

3 Los rótulos en relieve se añaden a los modelos sólidos mediante operaciones de barrido de perfiles que contienen los contornos de las letras

Existen editores específicos para definir los contornos de las letras como perfiles de barrido

4 Se pueden reemplazar geometrías complejas por anotaciones

Ejercicio 4.1.3. Válvula de retención

Tarea

La imagen muestra una válvula de retención de bola, para una instalación de tratamiento de aguas residuales

Las medidas aproximadas se pueden determinar sabiendo que la bola y el tubo inclinado son de Ø1 3/4''



Tareas:

A Determine por ingeniería inversa, un diseño factible para las cuatro piezas no comerciales

No tiene que diseñarlas necesariamente iguales al original

B Obtenga los modelos sólidos de las cuatro piezas no estándar, simplificando los taladros

C Obtenga los dibujos de diseño, indicando los taladros de las bridas de modo simplificado

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

La estrategia consta de cuatro pasos:

1 Obtenga las medidas principales de modo aproximado, mediante ingeniería inversa a partir de la imagen

2 Analice el funcionamiento esperado del producto, para redefinir las medidas exactas de diseño, hasta que sean compatibles y faciliten dicho funcionamiento

3 Obtenga los modelos sólidos de las piezas no comerciales, a partir de los datos de diseño y dejando la opción de simplificar los taladros de las bridas

4 Obtenga dibujos de las piezas representando mediante anotaciones los taladros de las bridas

Ejecución: medidas

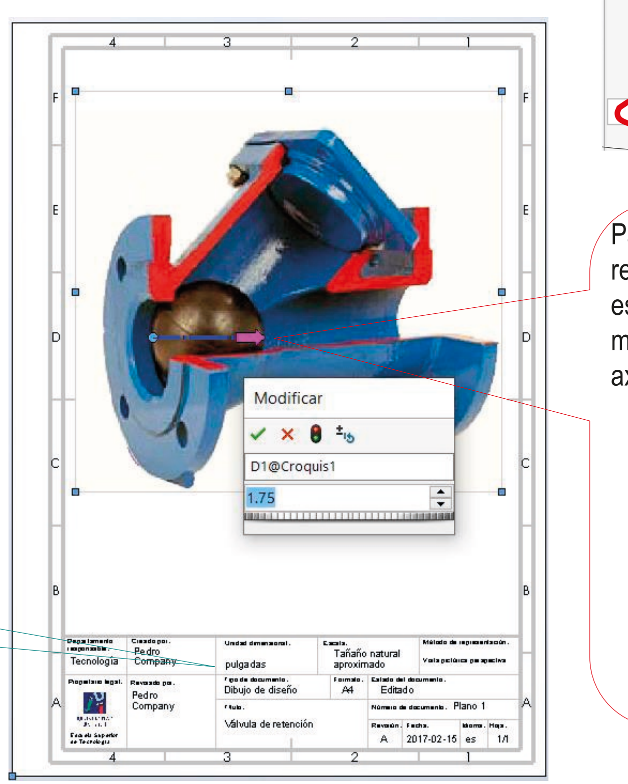
Analice la imagen original por ingeniería inversa, para obtener las medidas de diseño:

Ver lección 3.7

√ Inserte la imagen original en un dibujo con formato A4 vertical

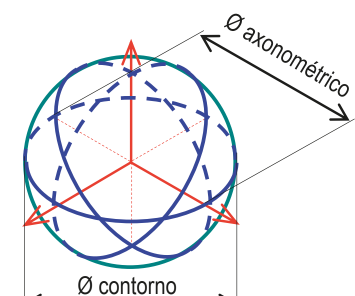
SOLIDWORKS Archivo Edición Ver Insertar Herramientas Ventana ?
Elementos del modelo...
Vista de dibujo
Anotaciones
Tablas
Hoja...
Crear línea de sección
Objeto...
Imagen...
Esquema...

√ Calibre la imagen original para que quede, aproximadamente, a tamaño natural



No olvide cambiar las unidades a pulgadas

Para ajustar con mayor precisión, recuerde que el contorno de la esfera se muestra con un diámetro mayor que el de las circunferencias axonométricas



ISBN: 978-84-18951-43-5

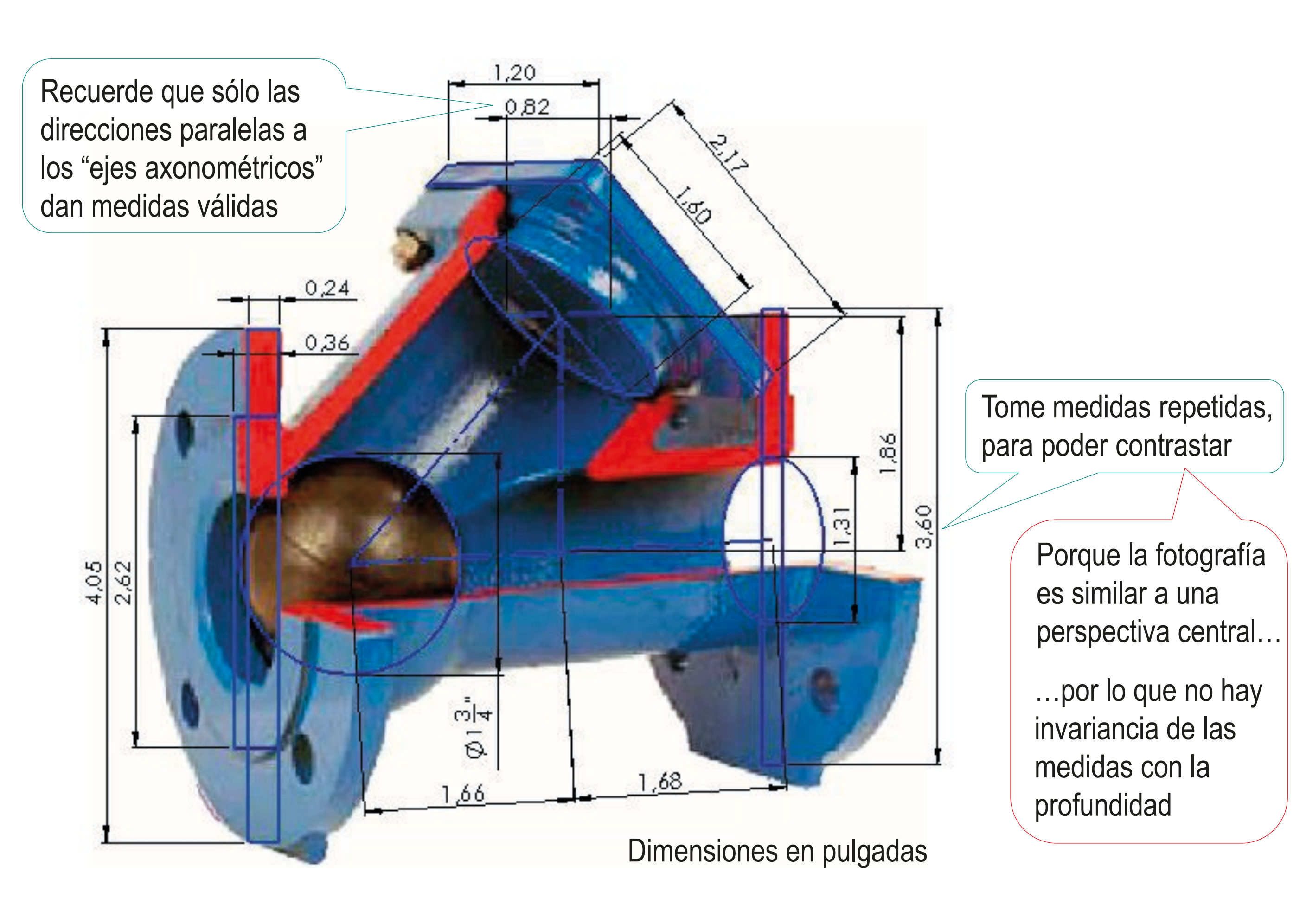
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: medidas

√ Inserte líneas auxiliares sobre la imagen

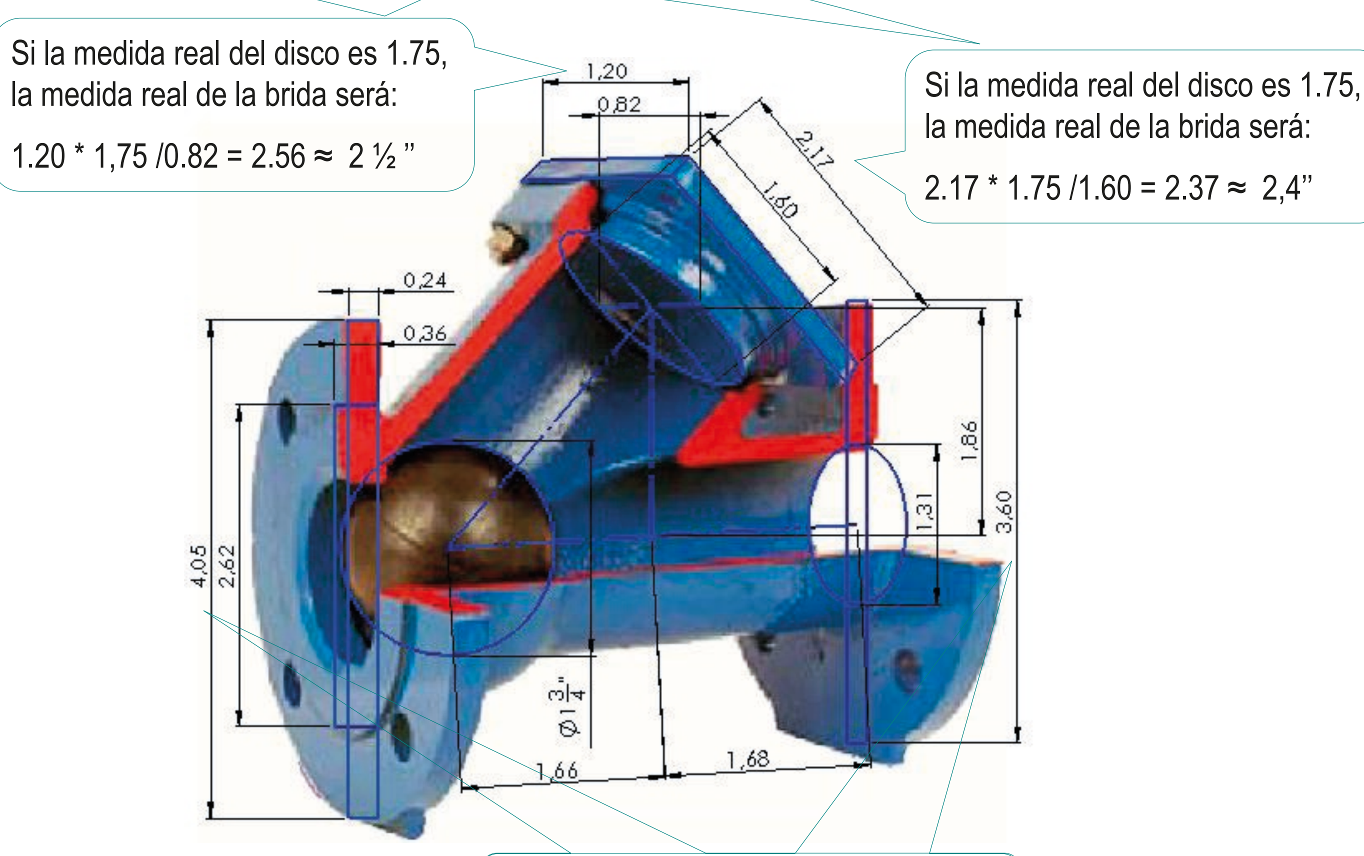
√ Añada dimensiones apoyándose en las líneas auxiliares



Ejecución: medidas

- Compare las dimensiones para obtener medidas probables

Seleccione la medida más creíble, o un valor intermedio



Las bridas probablemente iguales, se muestran decrecientes por perspectiva

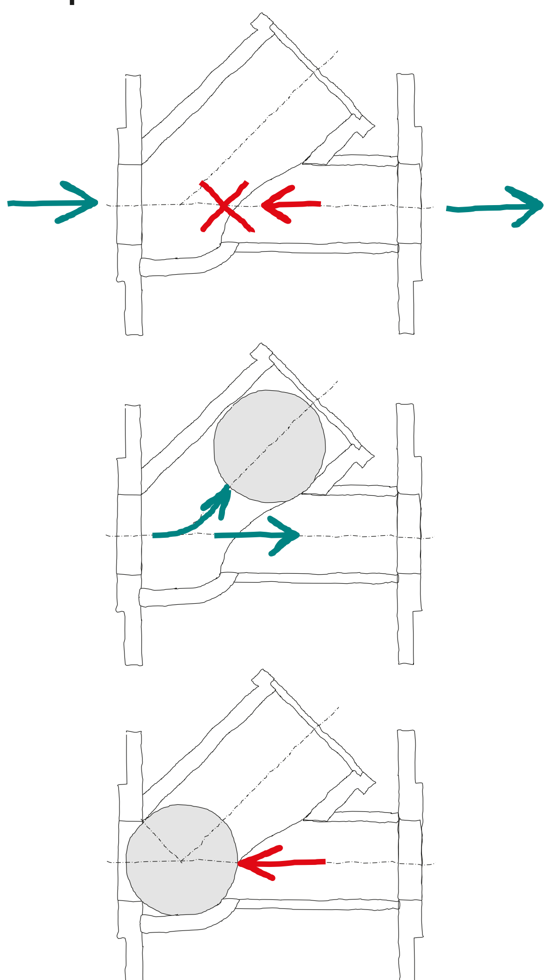
Ejecución: análisis

Analice el funcionamiento esperado, para poder ajustar las medidas hasta que sean compatibles:

√ La válvula debe permitir el paso de líquido en un sentido, al tiempo que impide su paso en sentido contrario

√ El líquido que entre por la boca de entrada debe empujar la bola (contra la gravedad) hacia el conducto inclinado, para poder pasar hasta la boca de salida

√ El líquido que intente entrar por la boca de salida debe empujar la bola (que bajará por la fuerza de la gravedad) hasta que ésta obstruya la boca de entrada, impidiendo el retorno del líquido



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: análisis

Analice con detalle la geometría del cuerpo de válvula que debe permitir el movimiento de la bola:

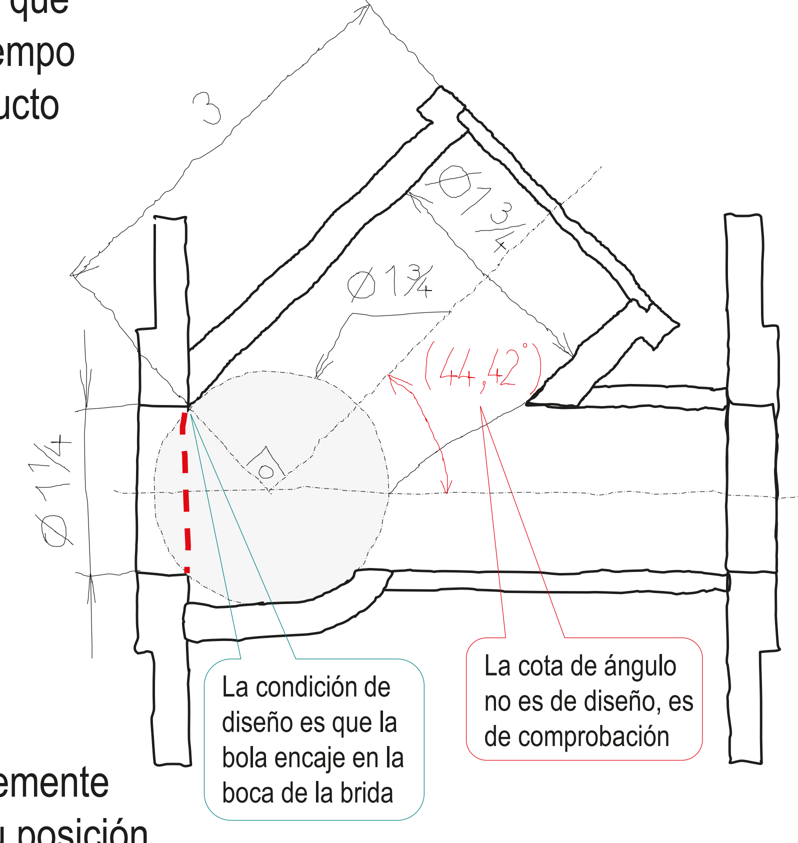
- En su posición inferior, la bola tiene que encajar en la boca de entrada, al tiempo que descansa en el fondo del conducto

  La bola tiene que ser mayor que el agujero

- La bola debe tener un camino recto, sin escalones, hacia la parte alta del tubo inclinado

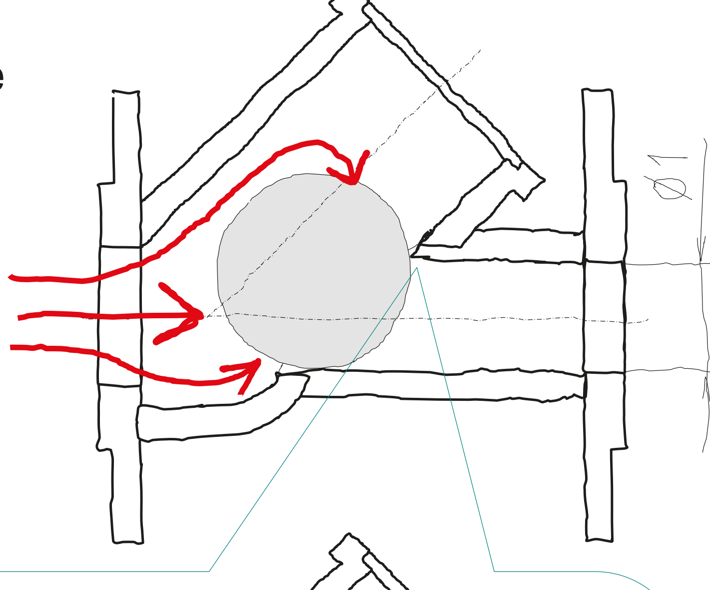
  La inclinación óptima del tubo se calcula para que la bola ruede hasta encajar en la boca de entrada

- El tubo inclinado debe ser suficientemente largo para que la bola situada en su posición superior no obstruya el conducto de salida



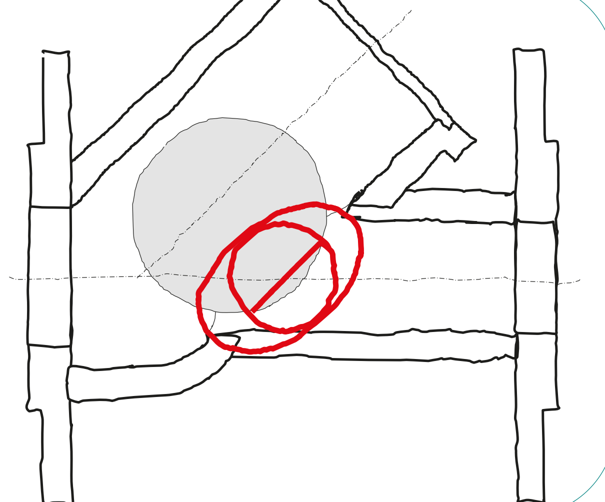
Ejecución: análisis

√ El conducto de salida debe ser suficientemente pequeño para que la bola no llegue a encajarse en él

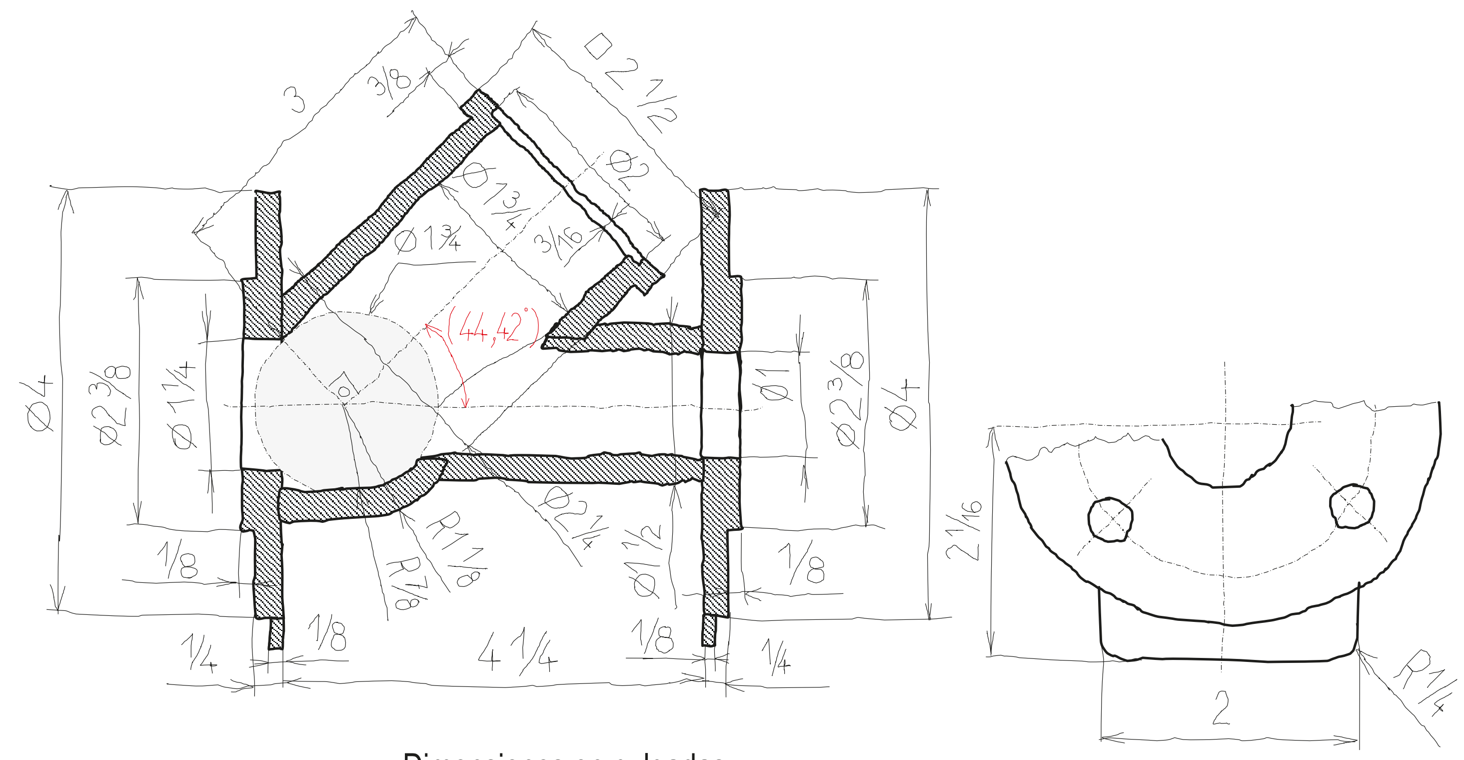




Vea en el ejercicio 4.4.1 un análisis detallado en tres dimensiones (con ayuda de la geometría descriptiva) que muestra que la bola rueda sobre una boca aproximadamente elíptica, por lo que sólo penetra dentro de la boca hasta la profundidad en que se igualan el diámetro del casquete esférico y el diámetro menor de la boca elíptica



Defina unas dimensiones de diseño compatibles con las especificaciones obtenidas al analizar:



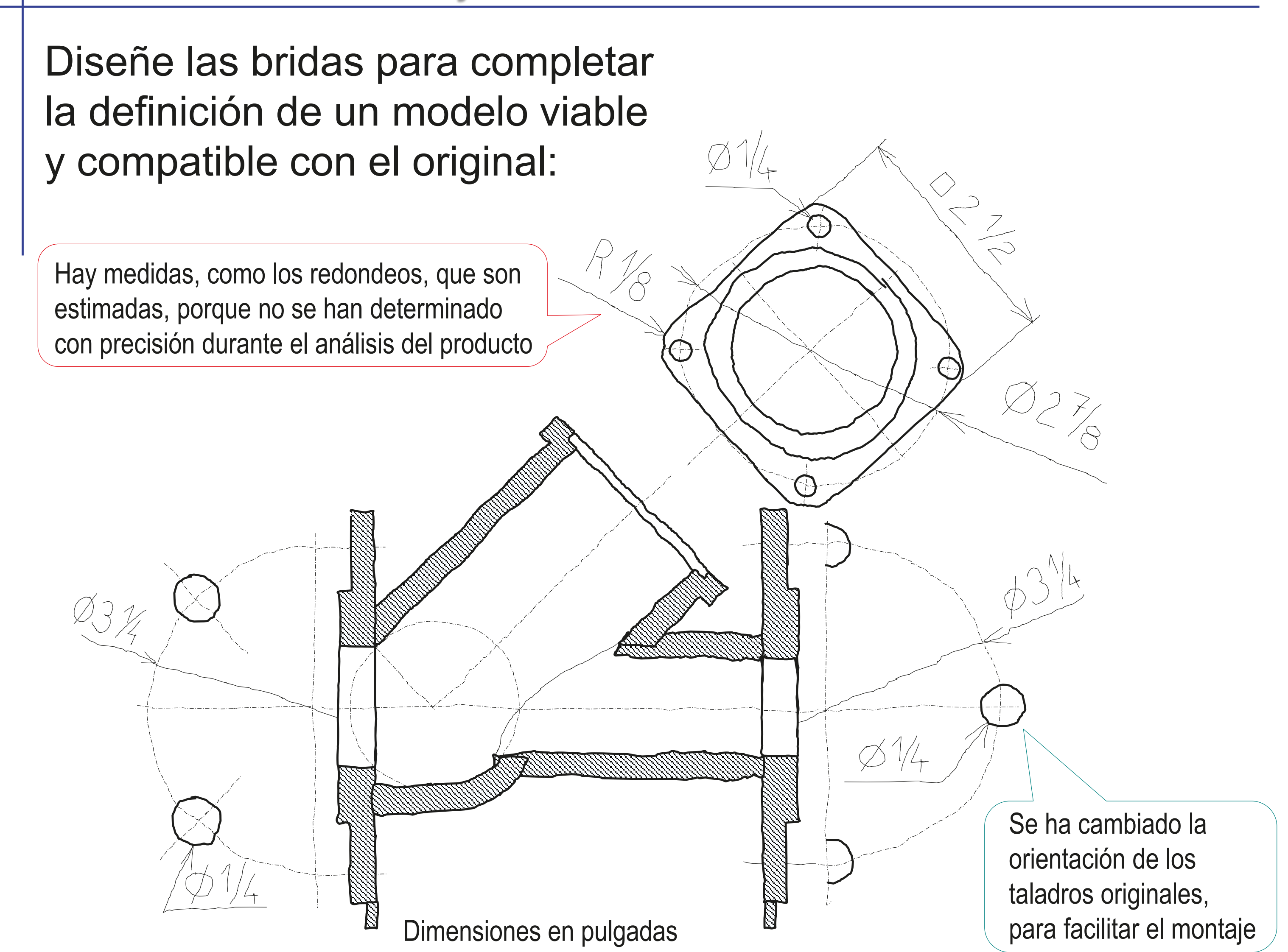
Dimensiones en pulgadas

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: análisis

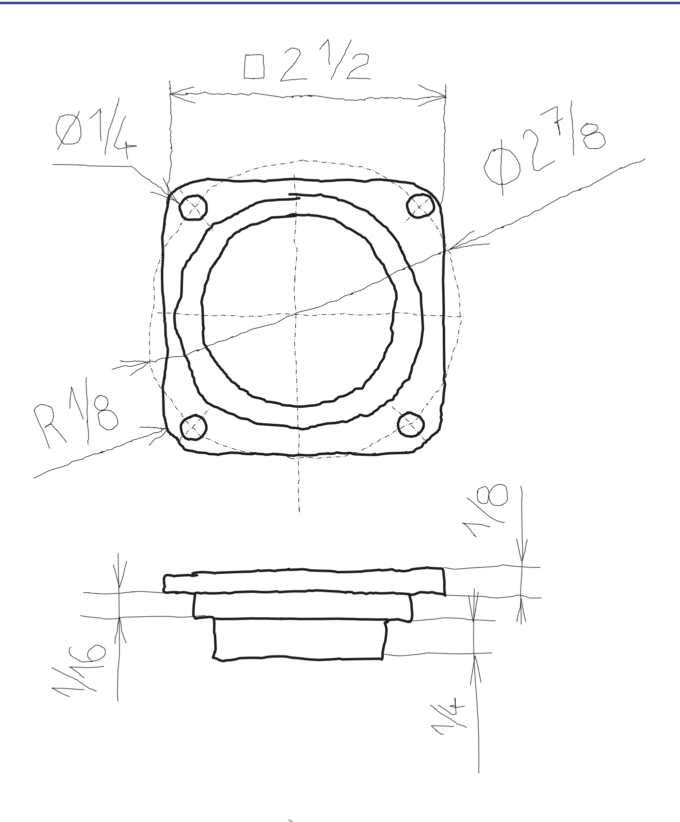
Diseñe las bridas para completar la definición de un modelo viable y compatible con el original:



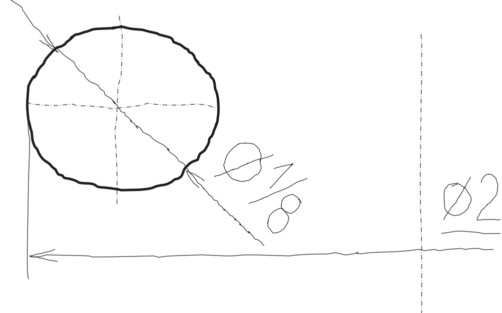
Ejecución: análisis

Tarea
Estrategia
Ejecución
Medidas
Análisis
Modelos
Dibujos
Conclusiones

Diseñe la tapa compatible con el tubo inclinado del cuerpo:



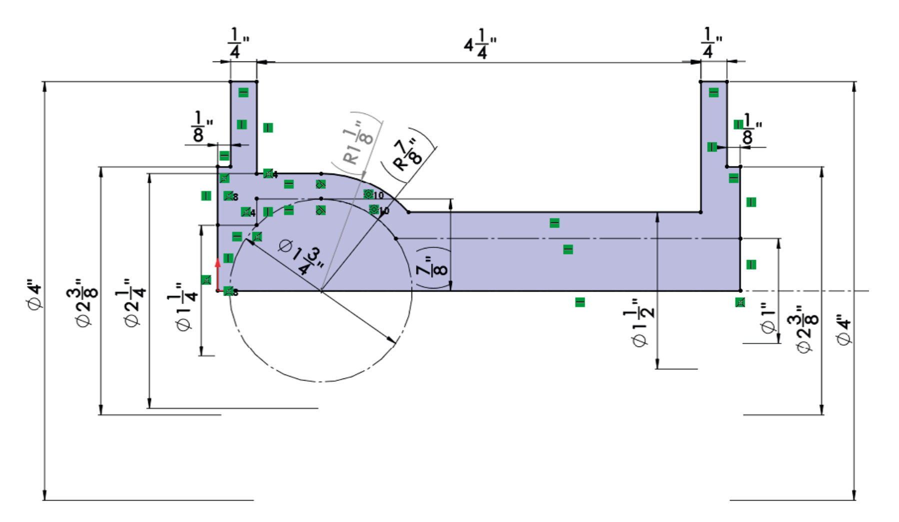
Diseñe una junta tórica que encaje en el hueco entre el tubo y la tapa



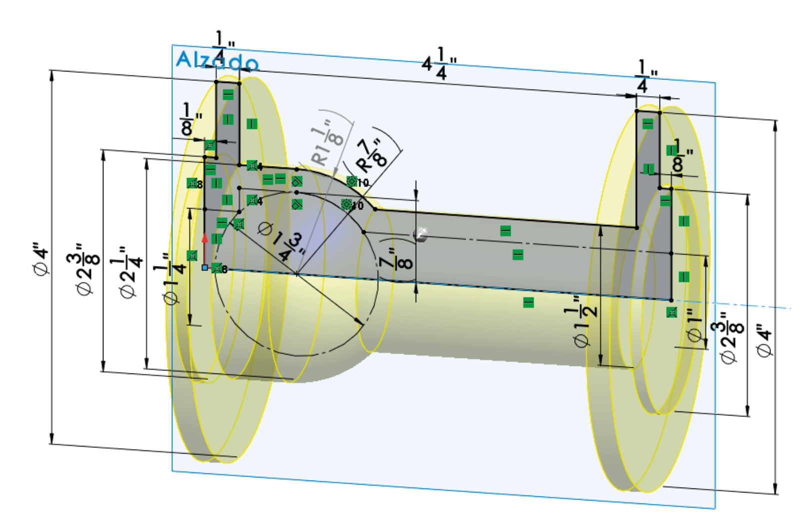
Obtenga el modelo sólido del cuerpo de la válvula:

√ Dibuje en el alzado el croquis del tubo horizontal con las dos bridas

Complete el croquis con líneas auxiliares, para vincular el contorno, el agujero, y la bola que deberá encajar en él



√ Obtenga el tubo macizo por revolución



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

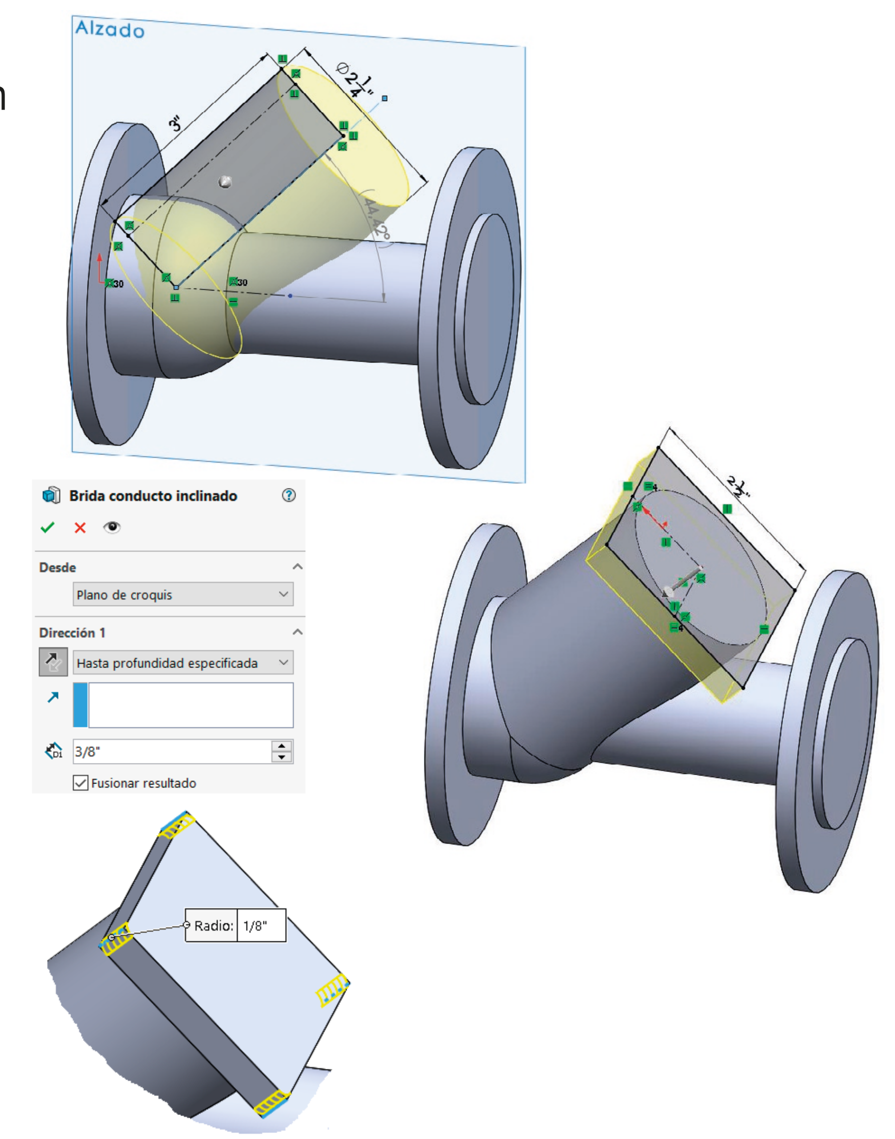
Ejecución: modelos

Tarea
Estrategia
Ejecución
Medidas
Análisis
Modelos
Dibujos
Conclusiones

- Obtenga el tubo inclinado por revolución del perfil dibujado en el alzado

- Obtenga la brida cuadrada del tubo inclinado por extrusión

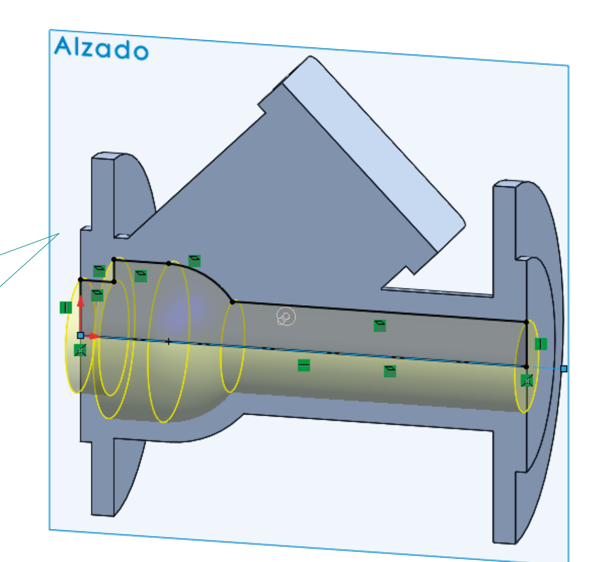
- Añada los redondeos



Ejecución: modelos

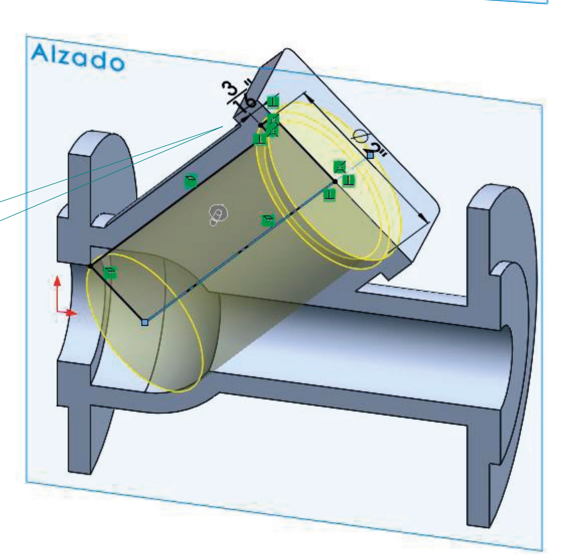
√ Aplique un corte de revolución para vaciar el tubo horizontal

Puede obtener el contorno del agujero mediante *Convertir entidades*, a partir de las líneas auxiliares del primer croquis



√ Aplique un corte de revolución para vaciar el tubo inclinado

Para simplificar el modelo, puede añadir el refrentado de la boca al corte principal



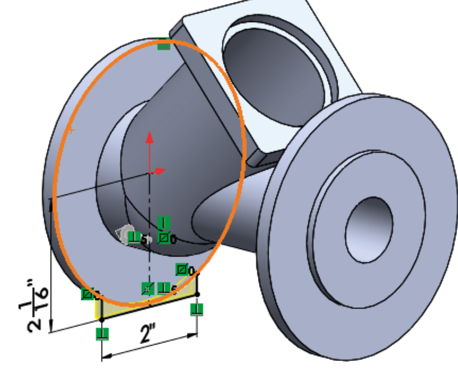
Ejecución: modelos

- Complete las bridas redondas con sus asientos inferiores:
  - Seleccione la cara interior de la brida de entrada como plano de croquis
  - Dibuje el contorno del asiento

    Las medidas son estimadas, porque no se han determinado con precisión durante el análisis del producto

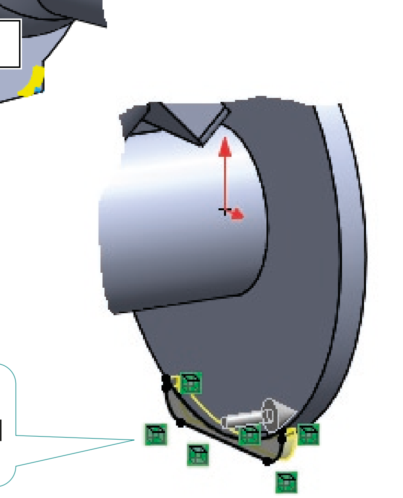
  - Obtenga el asiento por extrusión
  - Añada los redondeos

Asiento entrada
Desde
Plano de croquis
Dirección 1
Hasta profundidad especificada
1/8"
Fusionar resultado



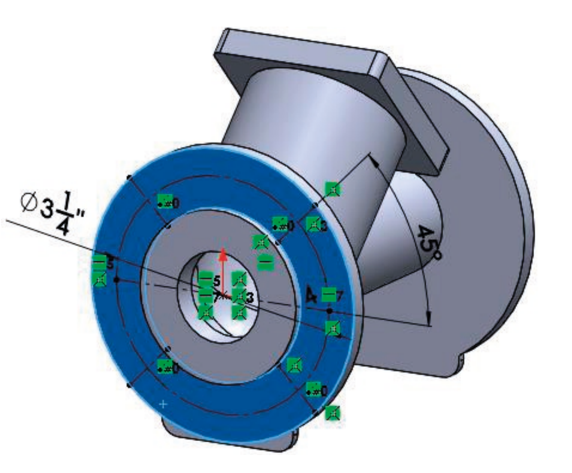
- Repita el procedimiento para la otra brida

  Utilice Convertir entidades, para que tenga el mismo perfil que el primer asiento



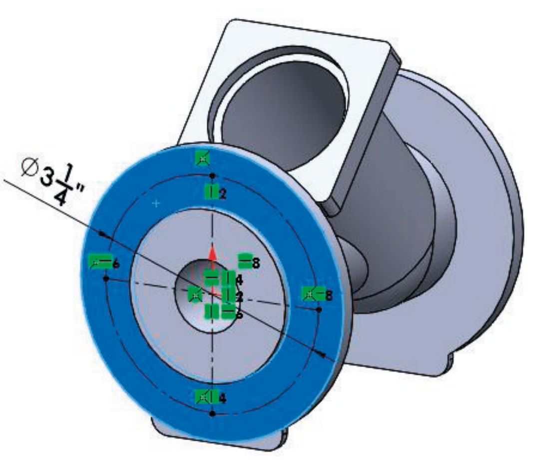
Ejecución: modelos

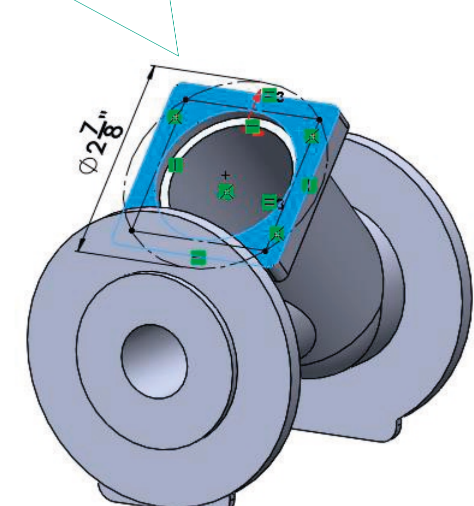
- Dibuje la plantilla de taladros para la brida de entrada
  - Seleccione la cara exterior como plano de croquis
  - Dibuje una circunferencia auxiliar de diámetro
  - Marque cuatro puntos, empezando a 45°



Alternativamente, use los vértices de un cuadrado inscrito

- Dibuje la plantilla de taladros para la brida de salida





- Dibuje la plantilla de taladros para la brida inclinada

ISBN: 978-84-18951-43-5

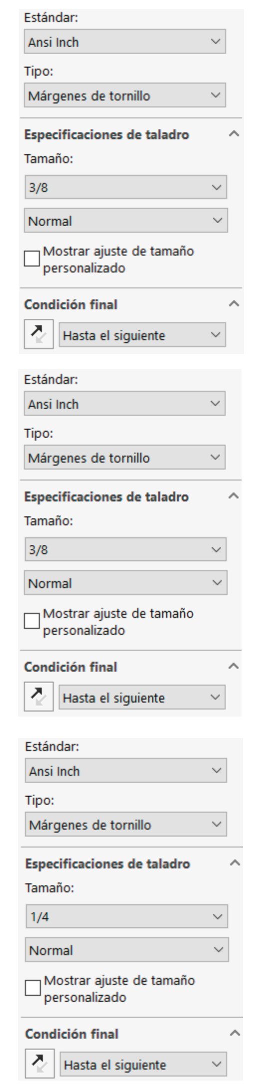
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

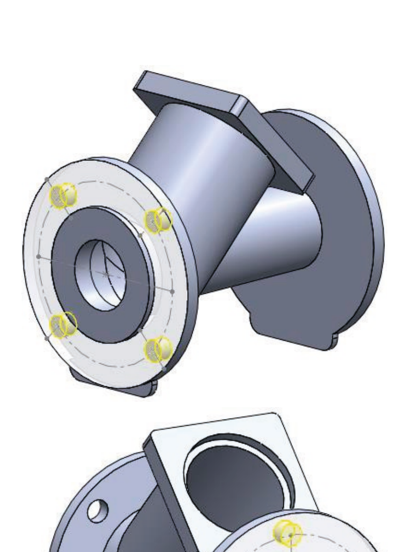
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelos

√ Añada los taladros, con el asistente para taladros:

- √ Visualice la plantilla de taladros de la brida de entrada
- √ Instancie el tipo de taladro apropiado
- √ Coloque cuatro copias en los puntos marcados en la plantilla
- √ Repita el procedimiento para la brida de salida
- √ Repita el procedimiento para la brida cuadrada

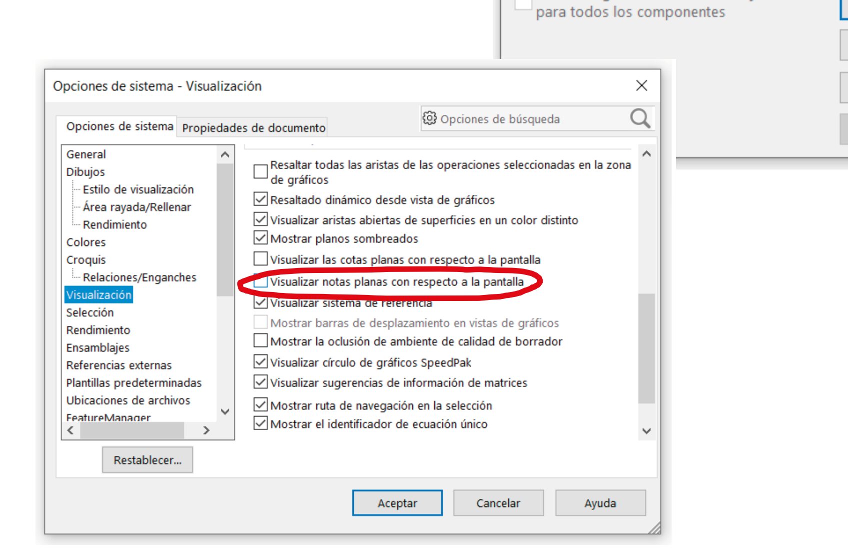






Ejecución: modelos

- Alternativamente, simplifique el modelo, indicando los taladros mediante una anotación:
  - Compruebe que la visualización de anotaciones esté activa:
    - Despliegue la carpeta de *Anotaciones*
    - Active la visualización de anotaciones en el menú contextual
    - Active la visualización de *Notas*
    - Compruebe que NO este activada la opción de *Visualizar notas planas*



Ejecución: modelos

√ Seleccione la cara exterior de la brida de entrada como vista de anotación

√ Despliegue la carpeta de *Anotaciones*

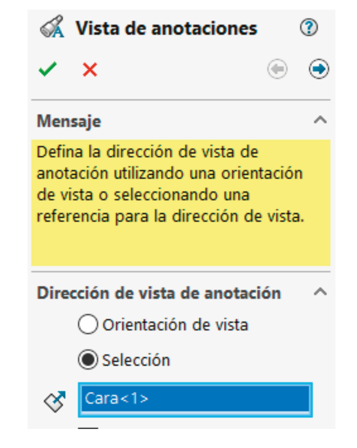
√ Seleccione el comando *Insertar vista de anotaciones*

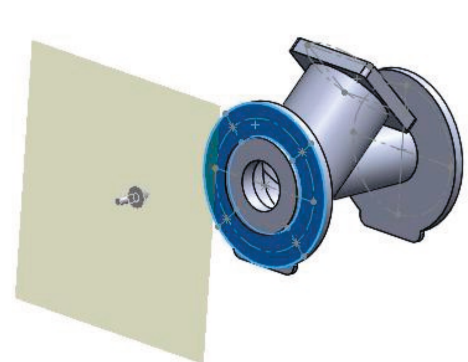
Cuerpo antirretorno
Historial
Sensores
Anotacio
Nota
Fro
*Izq
*Sup
Material
Alzado
Planta
Vista late
Origen
Conduct
Conduct
Brida co
Redondeos brida
Vaciado conducto horizontal
Vaciado conducto inclinado
Asiento entrada
Redondeo asiento entrada
Asiento salida
Plantilla taladros brida entrada
Plantilla taladros brida salida
Plantilla taladros brida cuadrada
Taladros brida entrada
Taladros brida salida
Taladros brida cuadrada

Detalles...
Visualizar anotaciones
Visualizar cotas de operación
Visualizar cotas de referencia
Mostrar anotaciones DimXpert
Insertar vista de anotaciones
Colocar automáticamente en vistas de anotaciones
Activar la visibilidad para Vista de anotaciones
Ir a...
Contraer operaciones
Ocultar/mostrar elementos del árbol...
Personalizar el menú

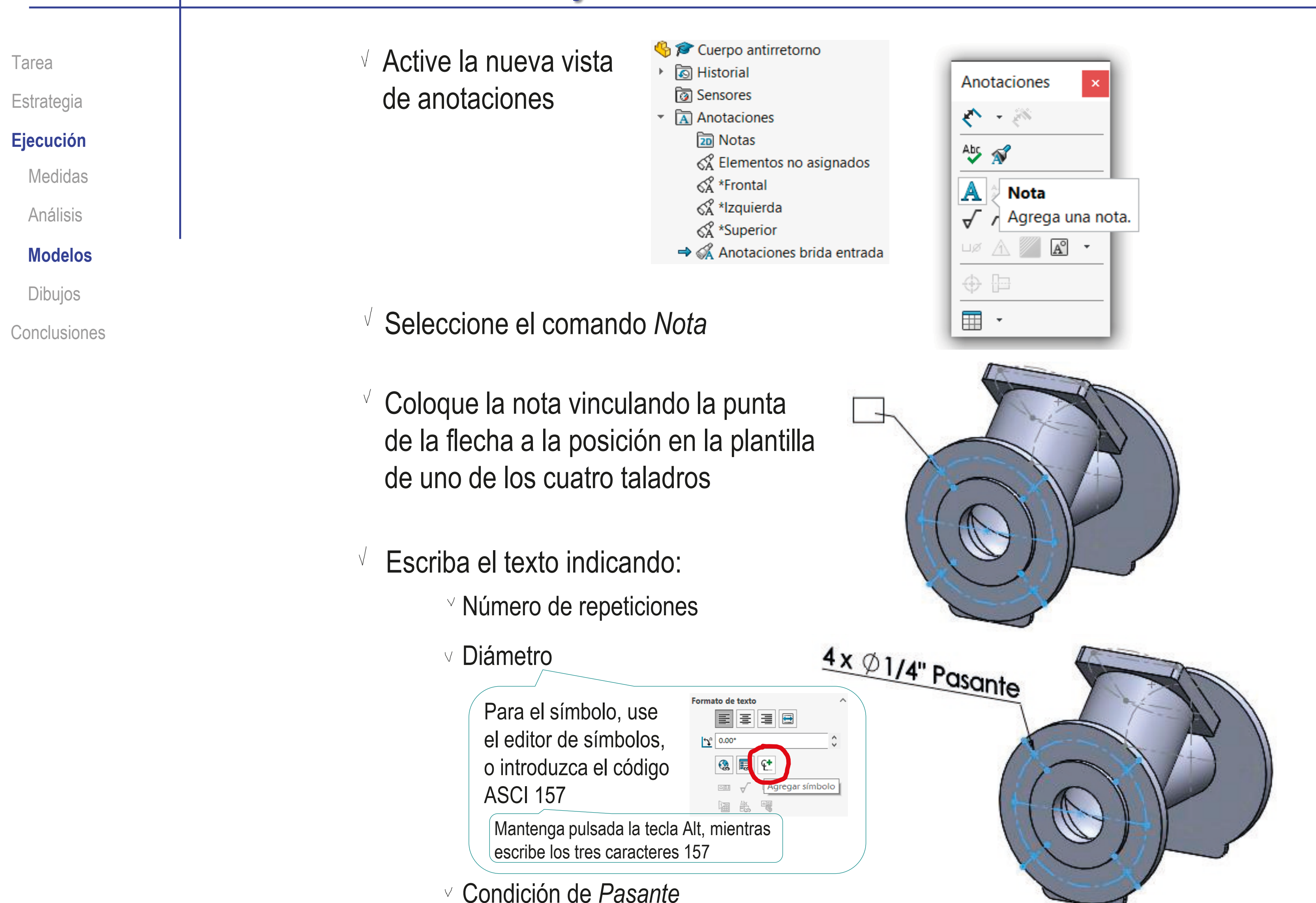
Observe que para simplificar el modelo basta anular las operaciones de taladro, que están al final del árbol del modelo

√ Seleccione la cara exterior de la brida de entrada como vista de anotaciones





Ejecución: modelos



√ Active la nueva vista de anotaciones

√ Seleccione el comando *Nota*

√ Coloque la nota vinculando la punta de la flecha a la posición en la plantilla de uno de los cuatro taladros

√ Escriba el texto indicando:

- Número de repeticiones
- Diámetro

  Para el símbolo, use el editor de símbolos, o introduzca el código ASCI 157

  Mantenga pulsada la tecla Alt, mientras escribe los tres caracteres 157

- Condición de *Pasante*

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelos

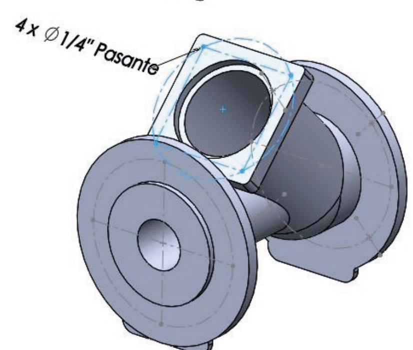
√ Repita el procedimiento para anotar los taladros de la brida de salida

Anotaciones
Notas
Elementos no asignados
*Frontal
*Izquierda
*Superior
Anotaciones brida entrada
Anotaciones brida salida

4 x ∅ 1/4" Pasante

√ Repita el procedimiento para anotar los taladros de la brida cuadrada del tubo inclinado

Anotaciones
Notas
Elementos no asignados
*Frontal
*Izquierda
*Superior
Anotaciones brida entrada
Anotaciones brida salida
Anotaciones brida inclinada



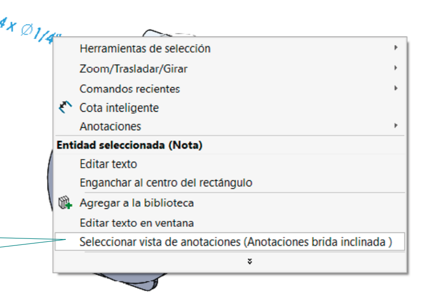


Las notas no siempre adoptan la orientación de la vista a la que se asignan, por lo que puede que tenga que refrescar la imagen…

4 x ∅ 1/4" Pasante

…o reasignar la vista de anotación

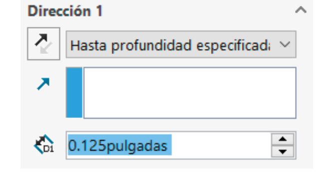
Reasigne la nota a la vista frontal, para luego volver a reasignarla a la vista inclinada



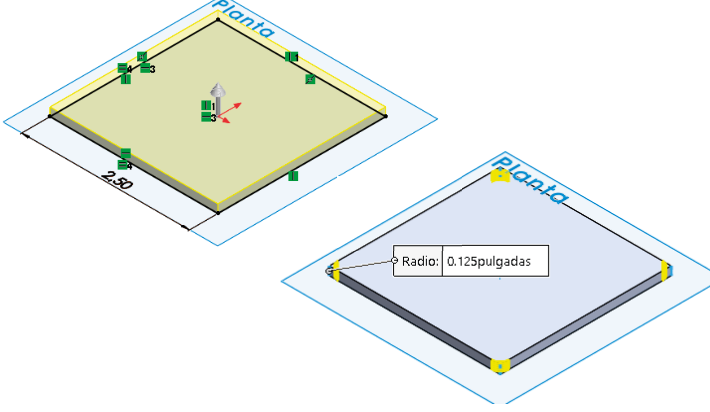
Ejecución: modelos

Obtenga el modelo sólido de la tapa:

- Obtenga la tapa cuadrada por extrusión

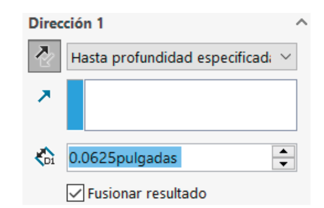


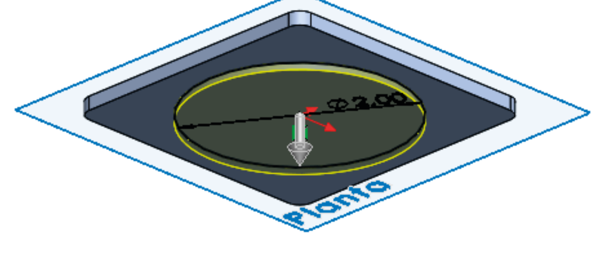
Utilice la *planta* como plano de croquis



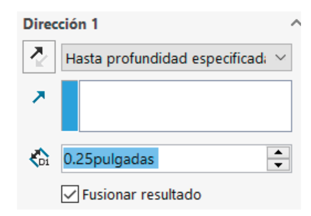
- Añada los redondeos

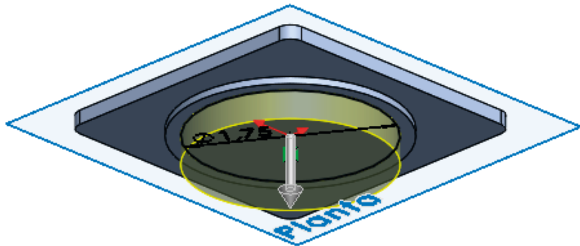
- Obtenga el tapón por extrusión





- Obtenga el tapón por extrusión

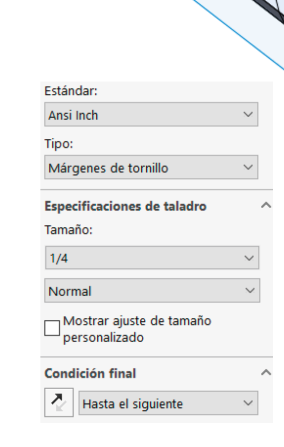


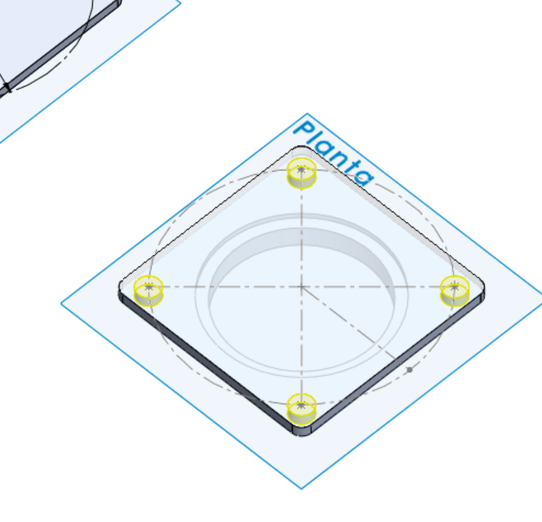


Ejecución: modelos

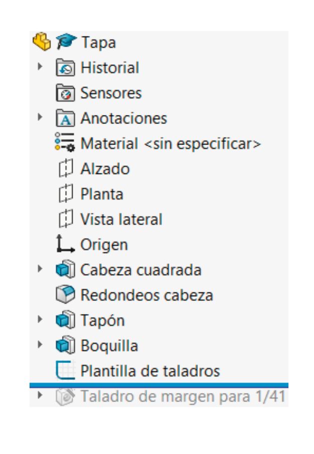
- Dibuje la plantilla de taladros para la brida

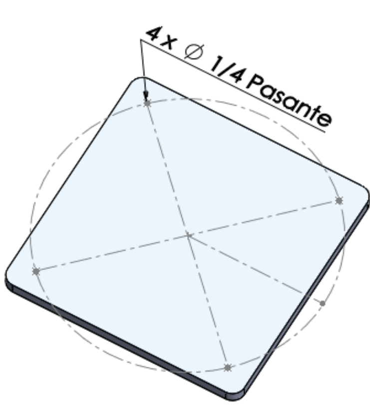
- Añada los taladros con el asistente para taladros





- Alternativamente, suprima los taladros, e indíquelos mediante una anotación:
  - Seleccione la cara superior como vista de anotación
  - Seleccione el comando *Nota*
  - Coloque la nota vinculando la punta de la flecha a la posición en la plantilla de uno de los cuatro taladros



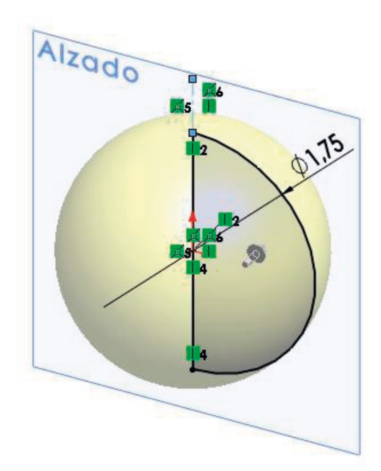


ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

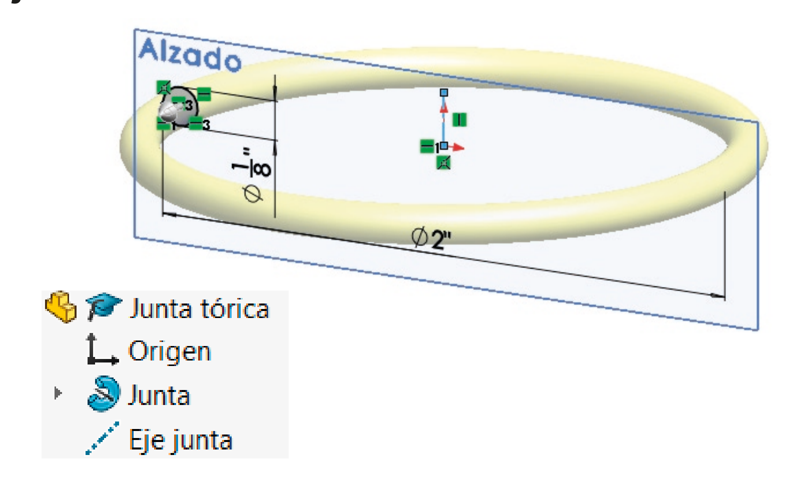
Obtenga el modelo sólido de la bola:

√ Obtenga la esfera por revolución



Obtenga el modelo sólido de junta tórica:

√ Obtenga la junta por revolución



√ Añada el eje de revolución como datum, para usarlo como asa en el ensamblaje

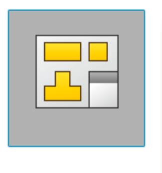
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

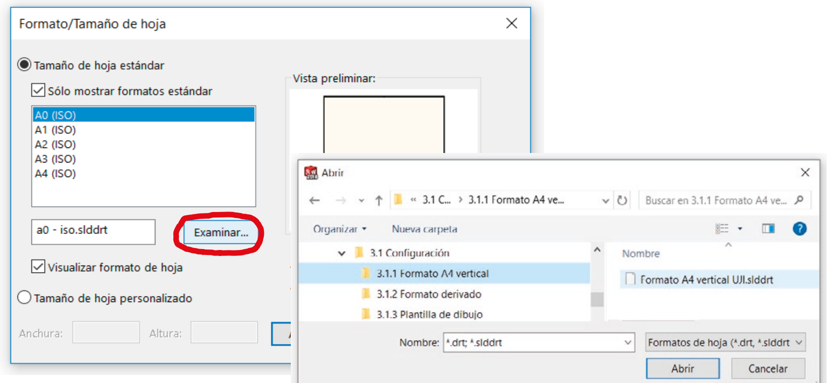
Inicie un dibujo nuevo en formato A4:

√ Ejecute el módulo de dibujo

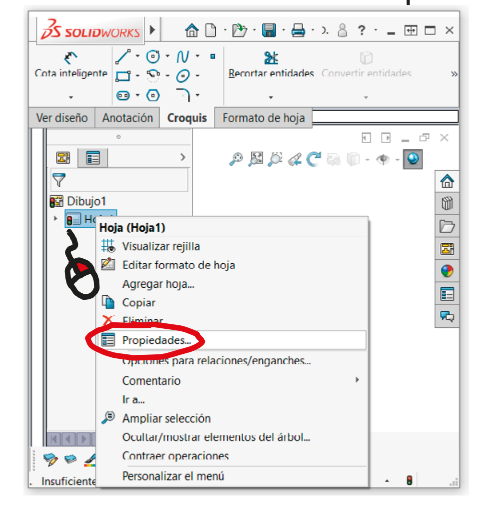


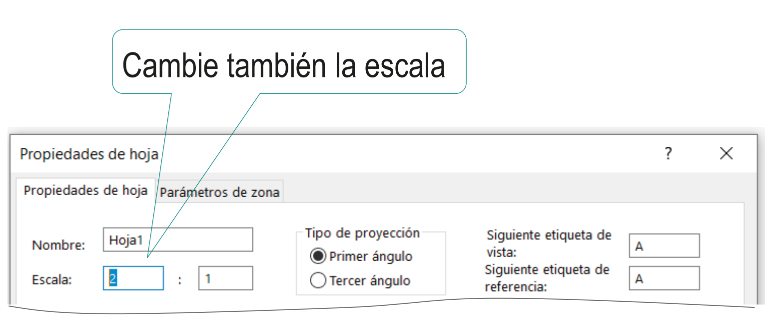
Dibujo

√ Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1



√ Seleccione las *Propiedades* de la hoja, para cambiar el sistema de representación





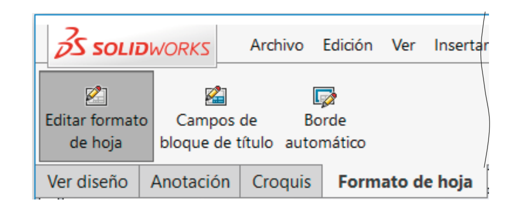
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

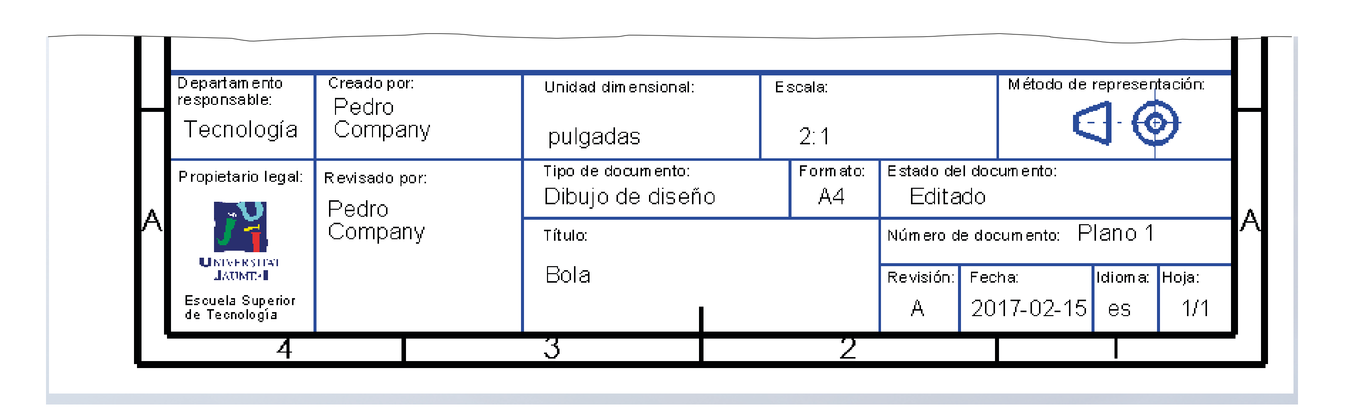
√ Edite los datos que se deben cambiar del bloque de títulos

√ Active el modo *Editar formato de hoja*



√ Seleccione (con doble click) el texto a editar

√ Modifique el texto

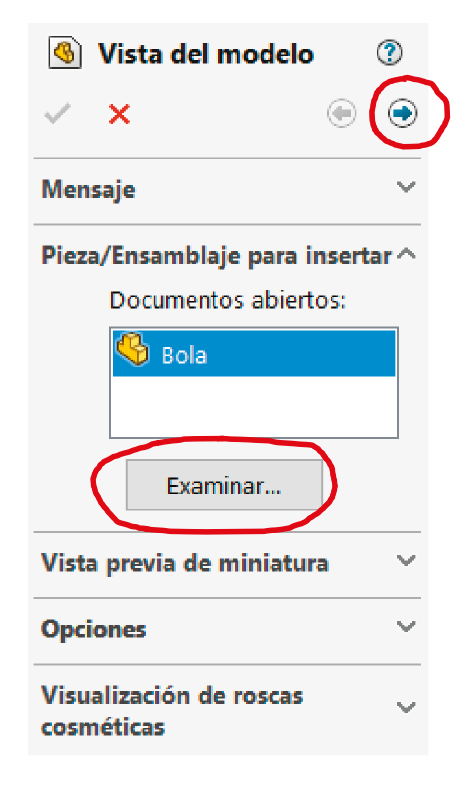


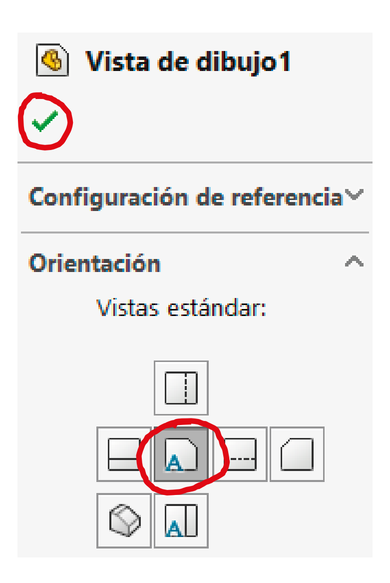
√ Desactive el modo *Editar formato de hoja*

Ejecución: dibujos

Extraiga la vista principal de la bola desde el modelo:

- √ Seleccione el comando *Vista del modelo*
- √ Pulse el botón *Examinar* para seleccionar el fichero que contiene el modelo
- √ Tras seleccionar el fichero, pulse el botón *Siguiente*, para determinar el modo en que se va a extraer la vista
- √ Seleccione el alzado
- √ Pulse el botón de Aceptar





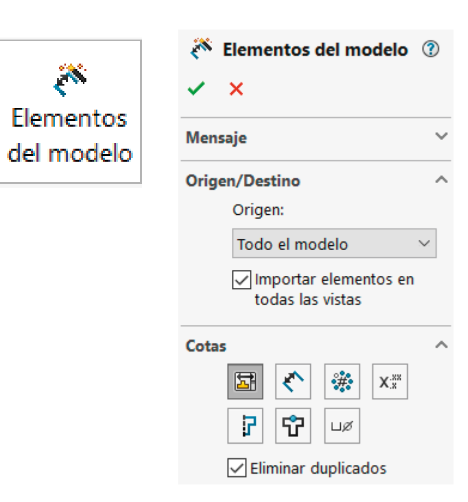
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

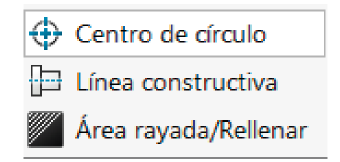
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

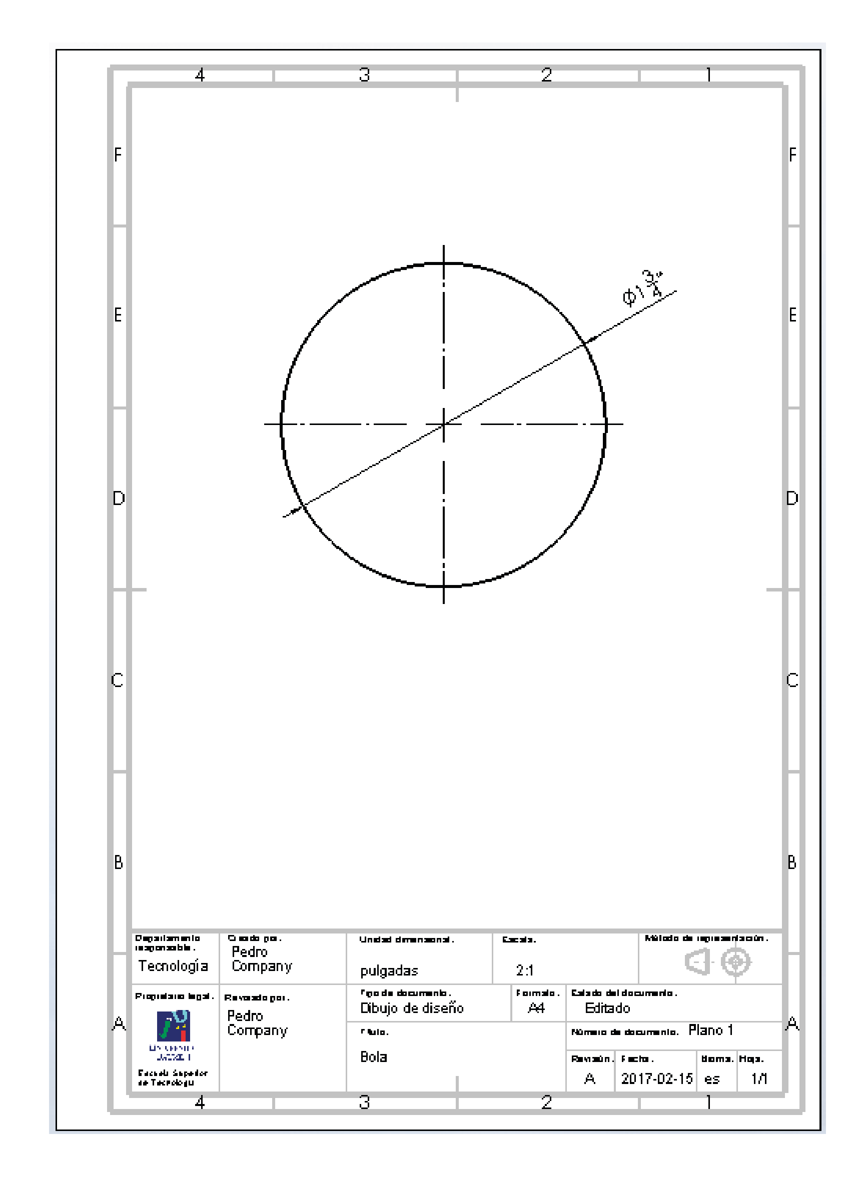
√ Extraiga la cota desde el modelo



√ Añada las líneas de centrado



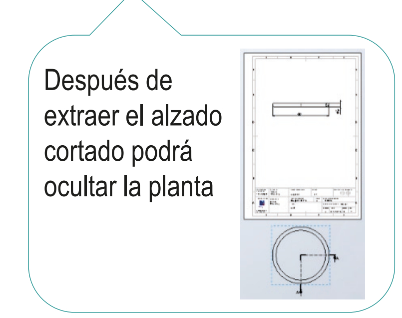
El dibujo resultante debe ser el mostrado en la figura



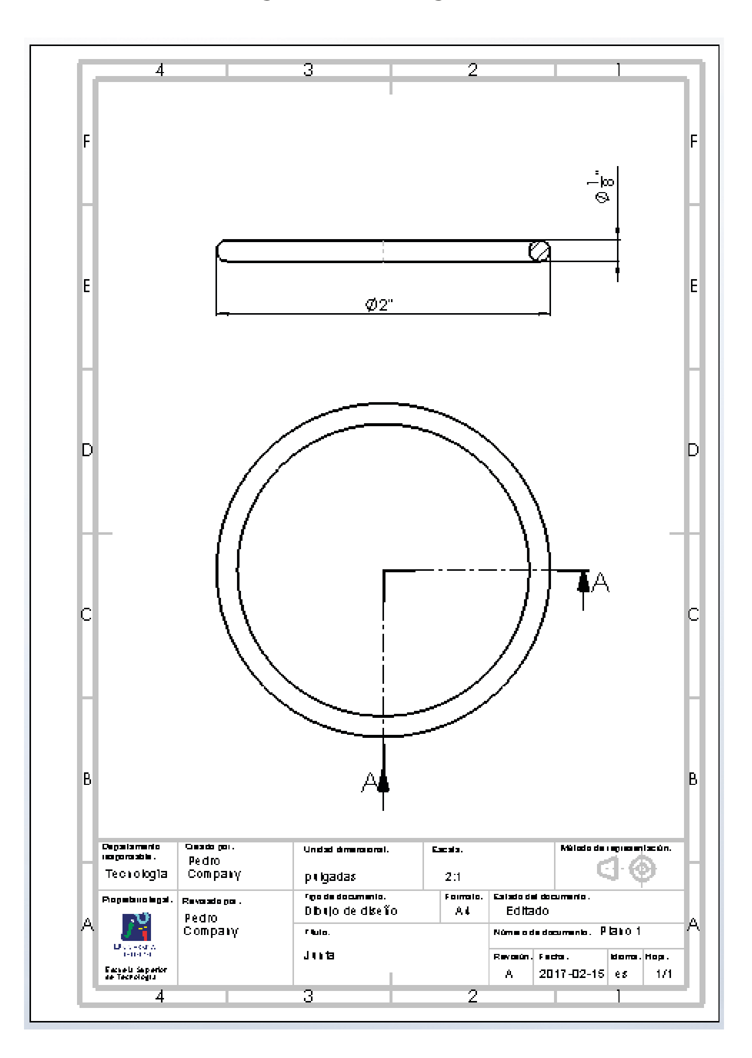
Repita el procedimiento para obtener el dibujo de la junta:

- √ Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1
- √ Edite los datos que se deben cambiar del bloque de títulos
- √ Inserte la planta de la junta

Después de extraer el alzado cortado podrá ocultar la planta



- √ Obtenga el alzado con un semicorte
- √ Extraiga las cotas desde el modelo



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

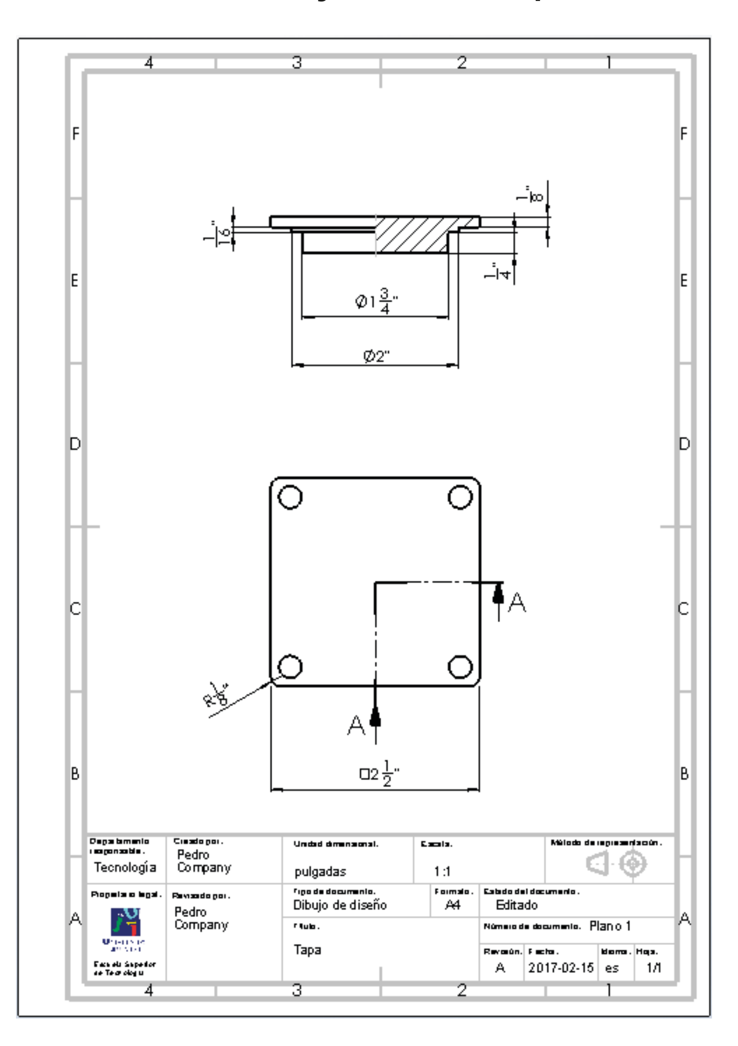
Ejecución: dibujos

Repita el procedimiento para obtener el dibujo de la tapa:

- Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1
- Edite los datos que se deben cambiar del bloque de títulos
- Inserte la planta de la tapa
- Obtenga el alzado con un semicorte
- Extraiga las cotas desde el modelo

Reparta las cotas entre las vistas, para:

- Agrupar las cotas relacionadas
- Mostrar cada cota en la vista más relevante



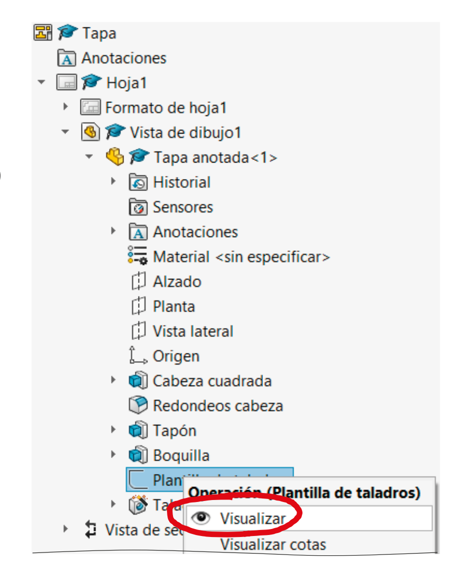
ISBN: 978-84-18951-43-5

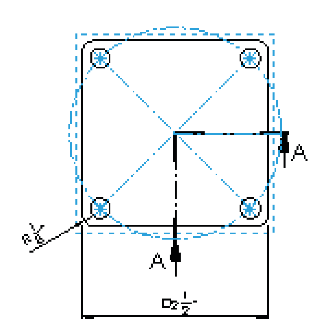
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

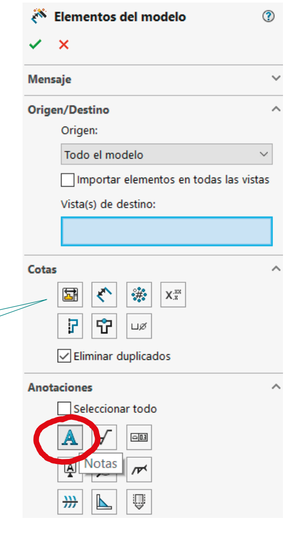
- Añada la indicación simplificada de los taladros:
  - Despliegue el árbol del modelo vinculado a la vista en planta
  - Seleccione *Visualizar* el croquis que contiene la plantilla de taladros

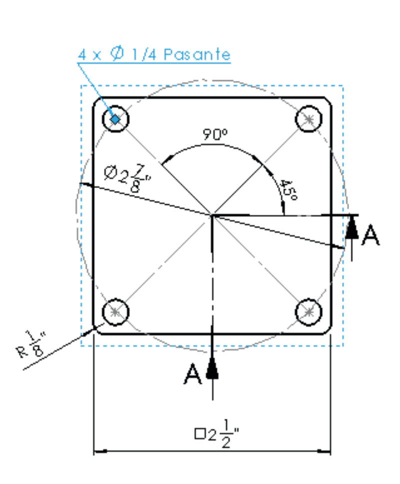




- Extraiga desde el modelo la anotación de los taladros:
  - Seleccione el comando *Elementos del modelo*
  - Seleccione *Anotaciones*

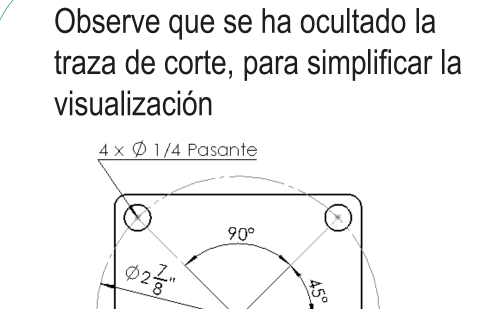
Desactive las cotas, si siguen activadas

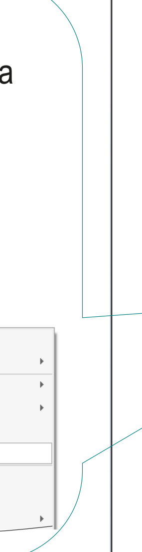


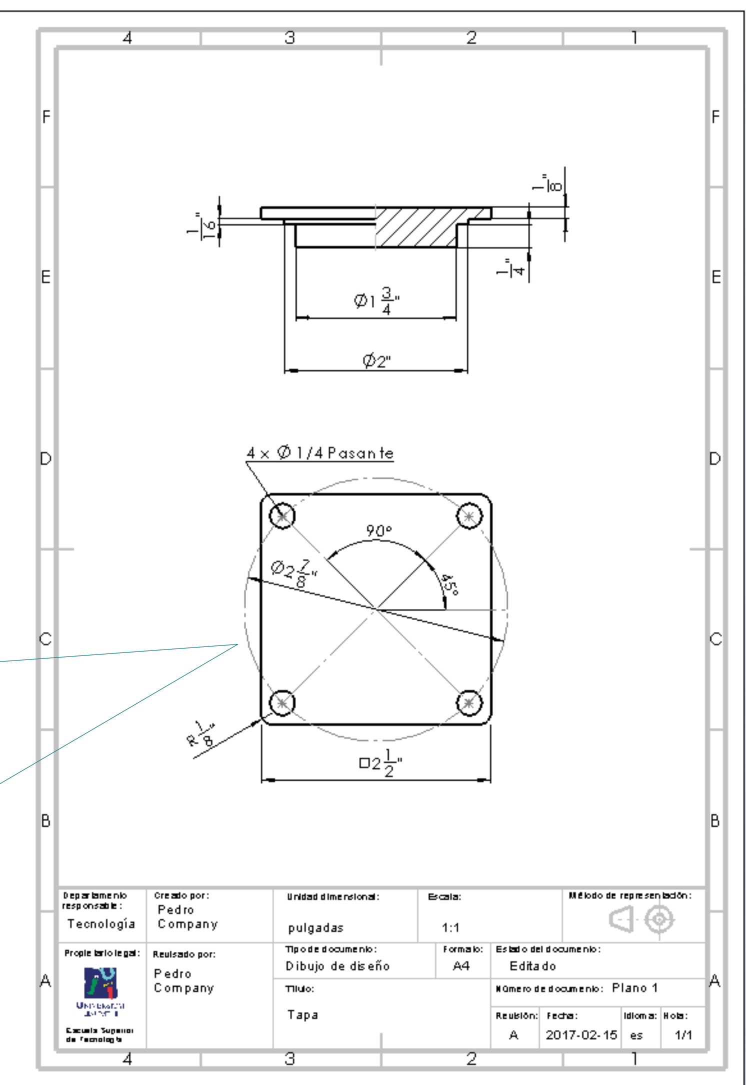


El dibujo resultante debe ser el mostrado en la figura

Observe que se ha ocultado la traza de corte, para simplificar la visualización







ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

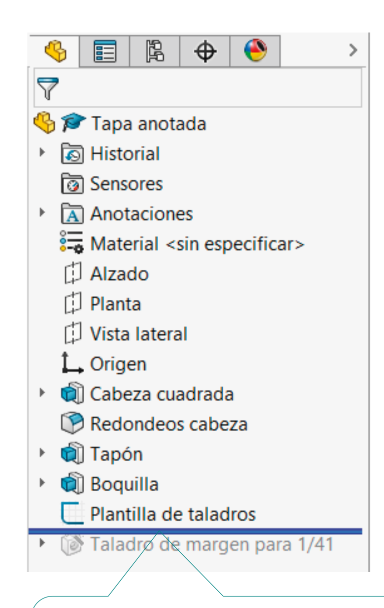
Tarea
Estrategia
Ejecución
Medidas
Análisis
Modelos
Dibujos
Conclusiones



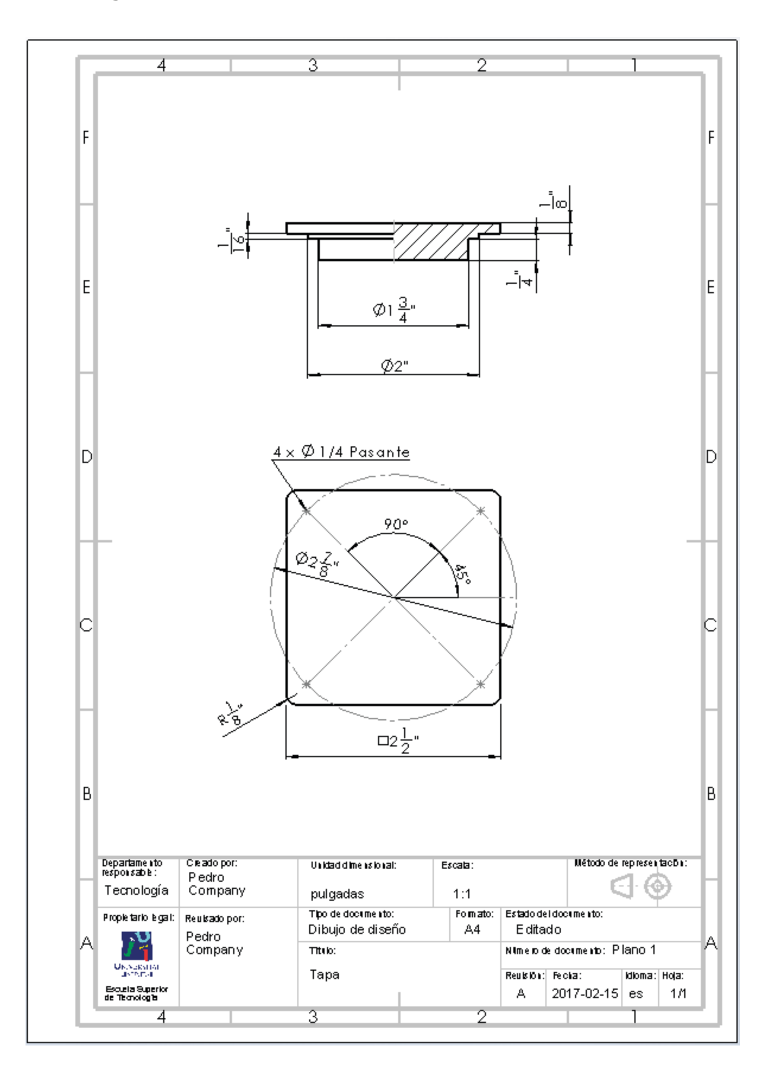
Opcionalmente, simplifique el dibujo omitiendo los taladros:

√ Abra el modelo y despliegue el árbol del modelo

√ Suprima las operaciones de taladro



Para disponer simultáneamente de modelo con y sin taladros, vea la lección 1.3 de *configuraciones*, en el tomo 2



Ejecución: dibujos

Tarea

Estrategia

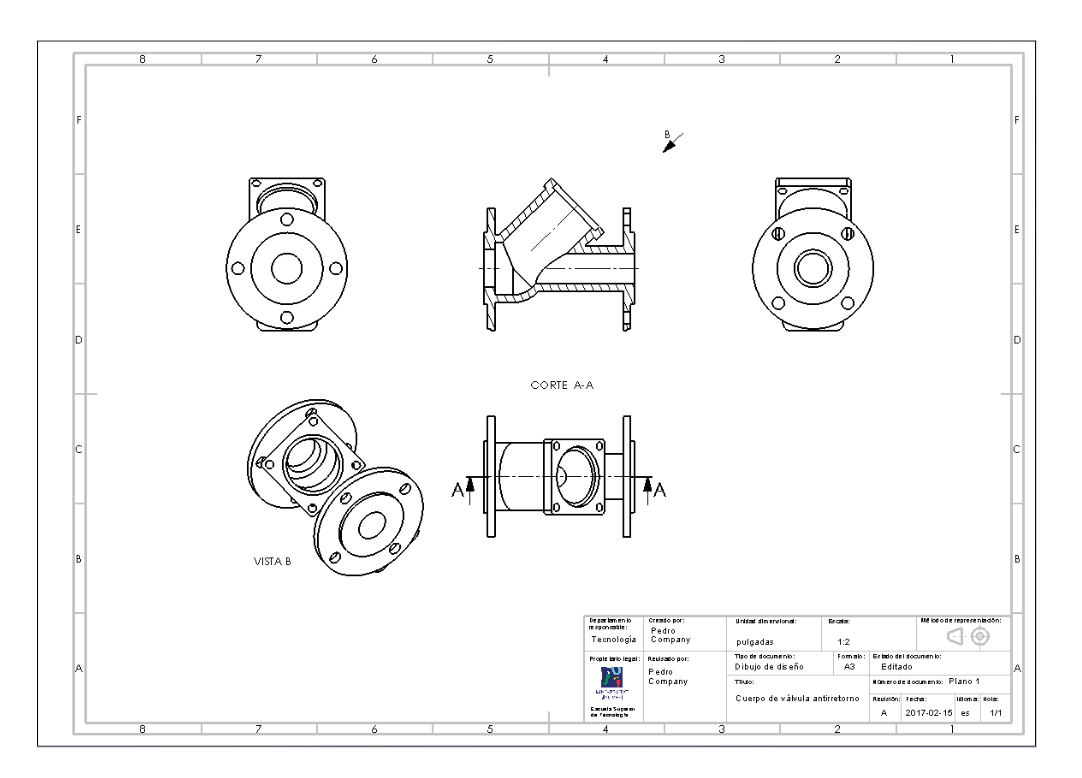
Ejecución

- Medidas
- Análisis
- Modelos
- **Dibujos**

Conclusiones

Repita el procedimiento para obtener el dibujo del cuerpo de la válvula:

- √ Aplique un procedimiento similar al Ejercicio 3.1.2 para obtener un formato A3 horizontal
- √ Edite los datos que se deben cambiar del bloque de títulos
- √ Inserte la planta del cuerpo
- √ Obtenga el alzado con un semi-corte
- √ Añada los dos perfiles
- √ Añada una vista particular, para mostrar la brida cuadrada

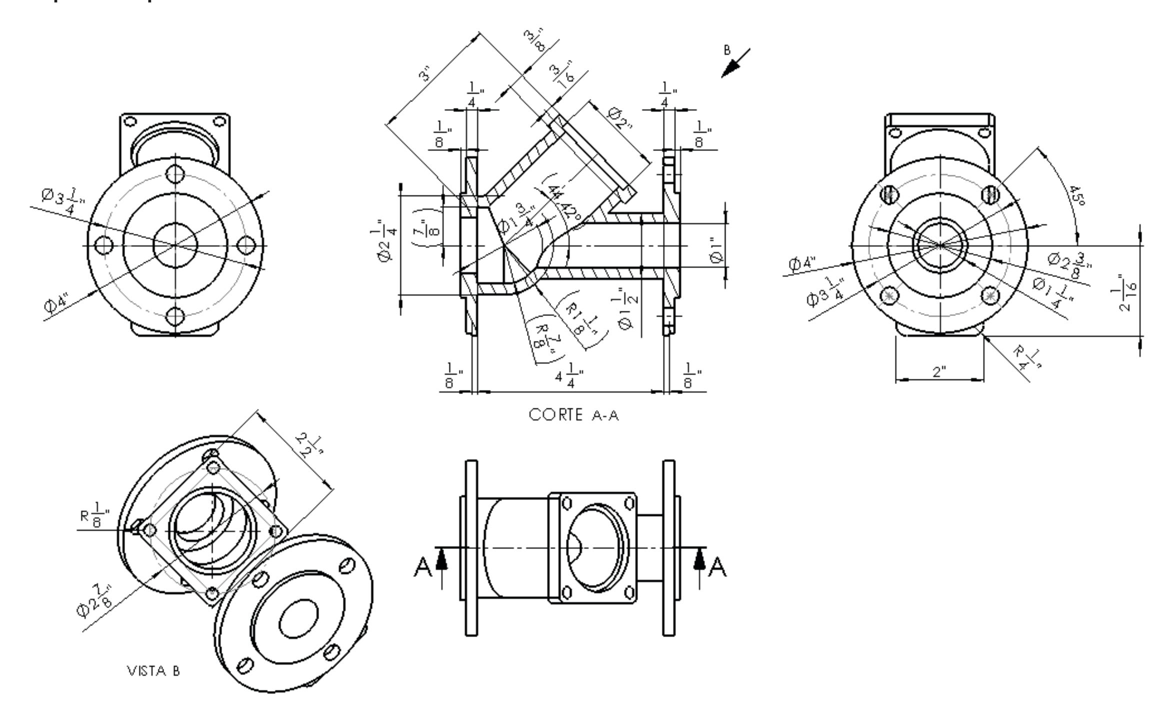


ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

- Extraiga las cotas desde el modelo
  - Seleccione el comando *Elementos del modelo*
  - Seleccione *Cotas*
  - Seleccione el alzado cortado como vista a acotar
  - Elimine del alzado las cotas que quiera reubicar en otras vistas
  - Repita el procedimiento añadiendo cotas al resto de vistas



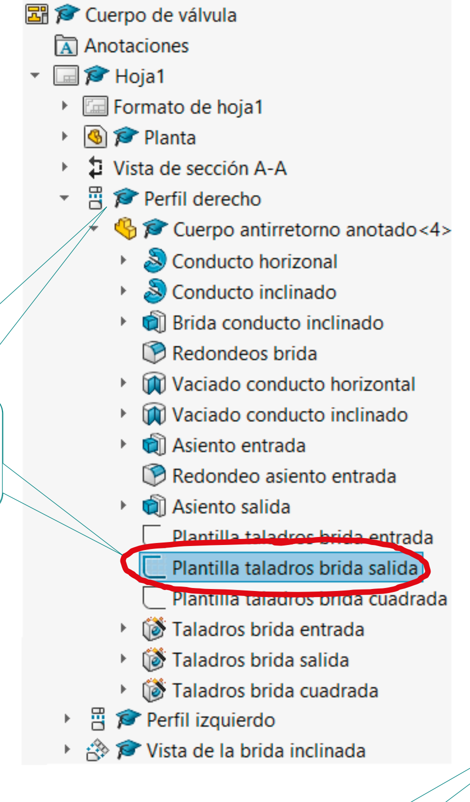
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

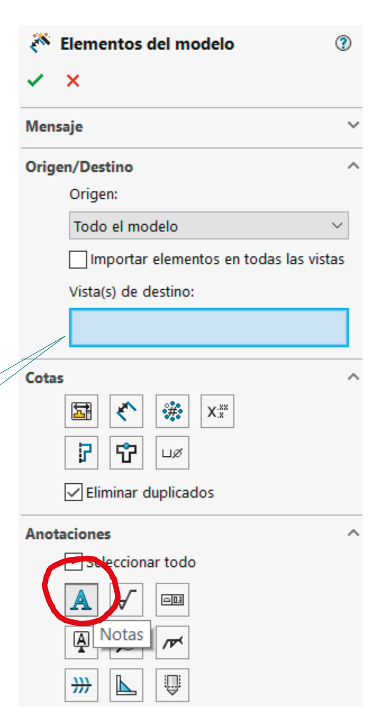
Ejecución: dibujos

- Añada la indicación simplificada de los taladros:
  - *Visualice los* croquis que contienen las plantillas de taladros



Visualice el croquis apropiado en cada una de las vistas

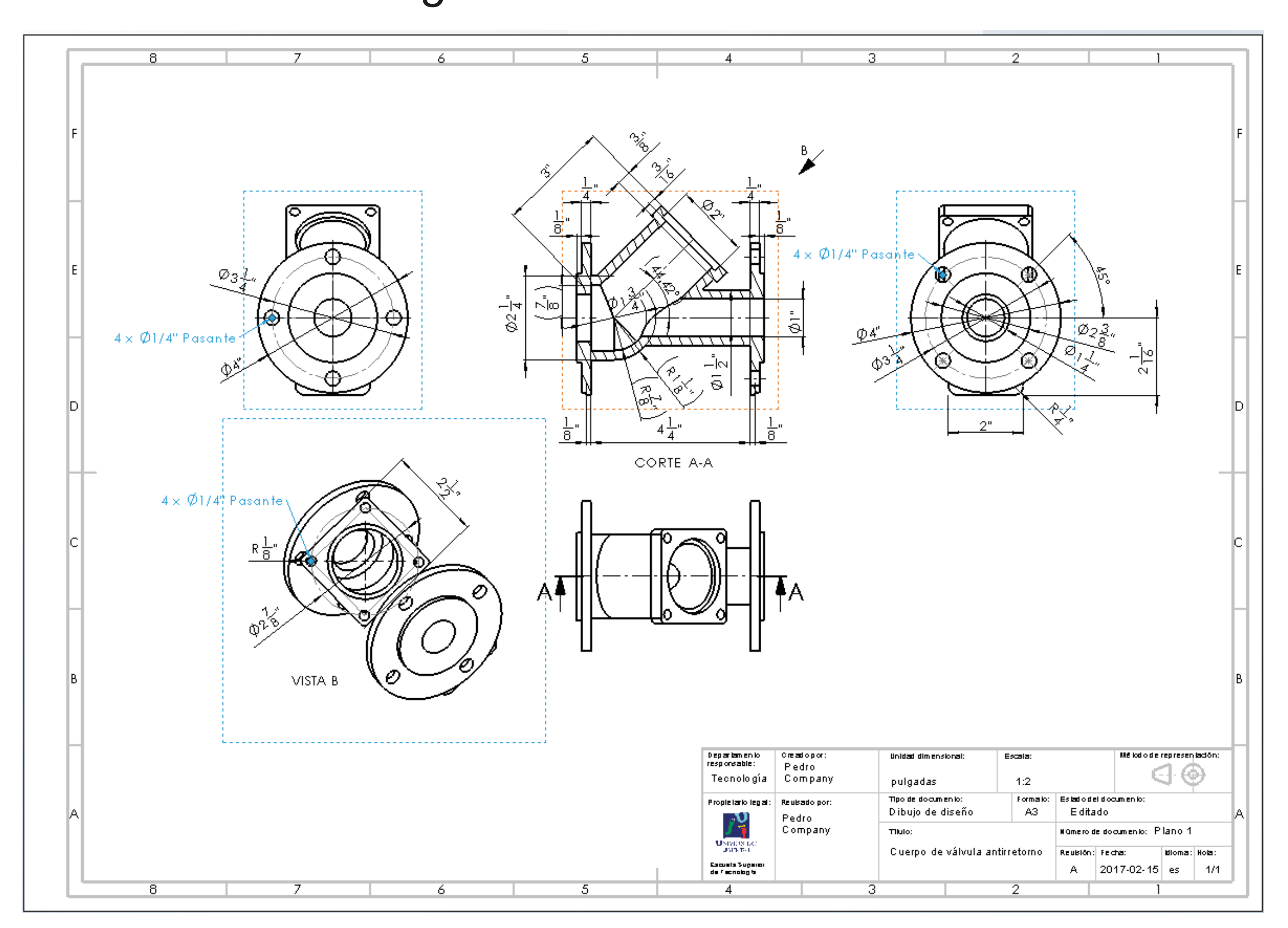
- Extraiga desde el modelo las anotaciones de los taladros



Controle la vista en la que se pone cada anotación

Alternativamente, pulse la tecla Mayúsculas (Shift) y arrastre la anotación a otra vista

El dibujo resultante debe ser el mostrado en la figura



Ejecución: dibujos

Tarea

Estrategia

Ejecución

Medidas

Análisis

Modelos

Dibujos

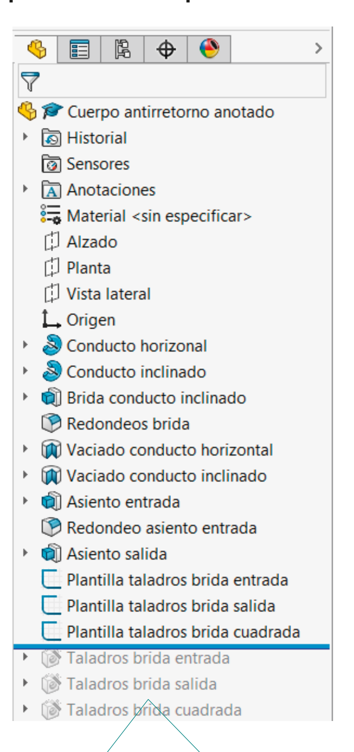
Conclusiones

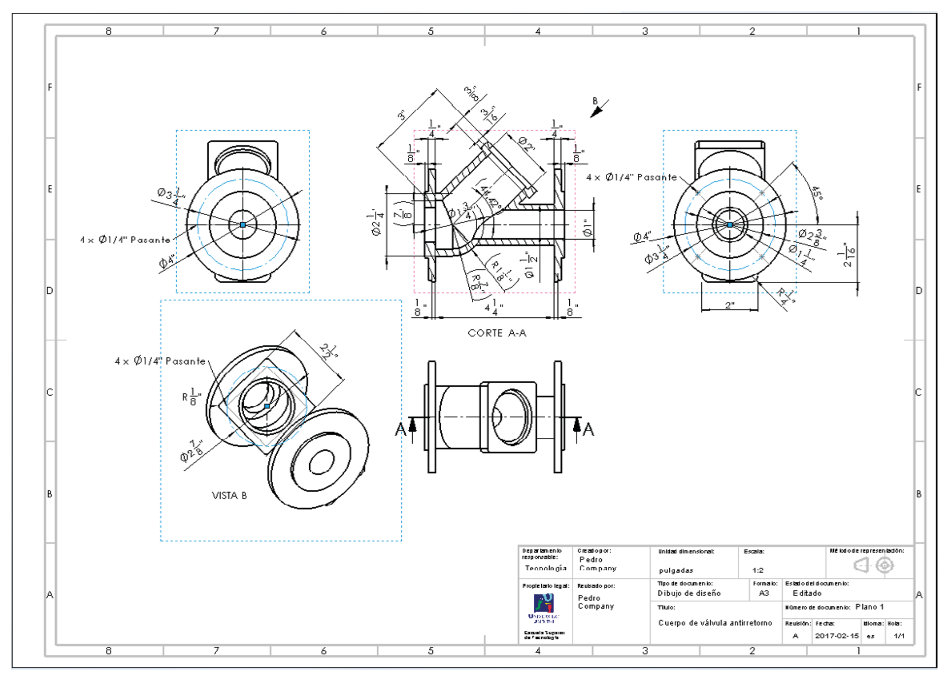


Opcionalmente, simplifique el dibujo omitiendo los taladros:

√ Abra el modelo y despliegue el árbol del modelo

√ Suprima las operaciones de taladro





Para disponer simultáneamente de modelo con y sin taladros, vea la lección 1.3 de *configuraciones*, en el tomo 2

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Se necesitan las especificaciones del producto para poder modelarlo

2 Se aplica ingeniería inversa para obtener las especificaciones

3 Los modelos y los dibujos pueden complementarse con anotaciones

4 Las anotaciones de texto se pueden añadir directamente en los modelos con la herramienta de Notas

Simplifican la geometría, aunque deben estar apoyadas por normas específicas

5 Las anotaciones de los modelos se pueden importar a los dibujos

Capítulo 4.2. Anotaciones de fabricación (PMI)

Capítulo 4.2.1. Procesos de fabricación

Capítulo 4.2.2. Uniones aglutinadas

Ejercicio 4.2.1. Maneta
Ejercicio 4.2.2. Anclaje oblicuo
Ejercicio 4.2.3. Base de mordaza
Ejercicio 4.2.4. Cigüeñal

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Introducción

Para transmitir las especificaciones de construcción (fabricación y montaje) y puesta en servicio…

…se anotan los modelos/dibujos mediante símbolos normalizados para indicar los procesos de fabricación

Las anotaciones se pueden añadir tanto en dibujos como en modelos

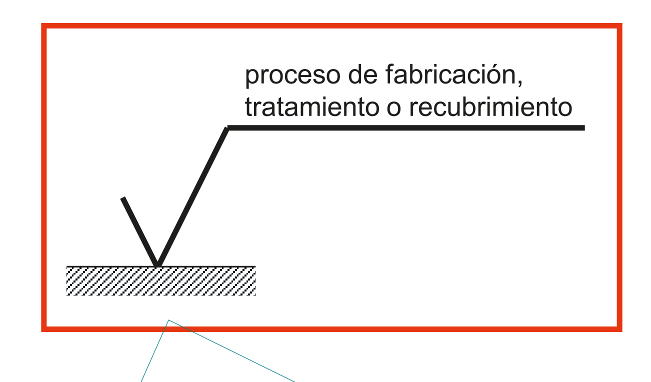
Pero las anotaciones en modelos están menos normalizadas

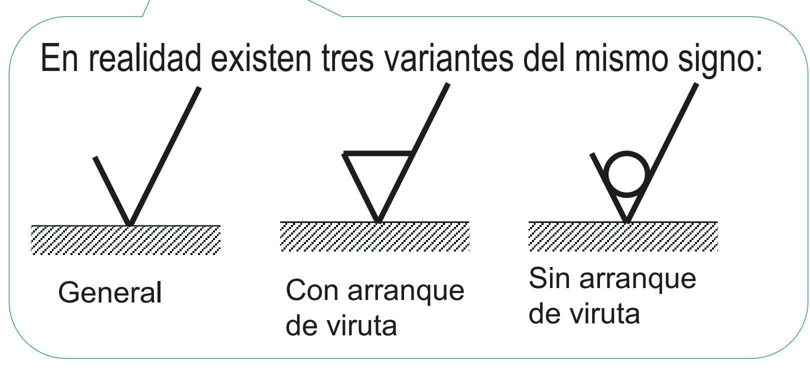
Las anotaciones se pueden añadir en dos tipos de documentos:

Documentos específicos de fabricación ↔ Los mismos documentos técnicos usados previamente en la fase de diseño del producto

Símbolo

El símbolo normalizado para indicar los procesos de fabricación se muestra en la figura:





ISBN: 978-84-18951-43-5

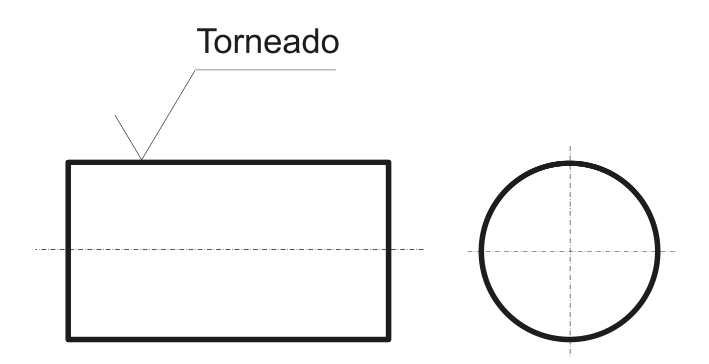
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Símbolo



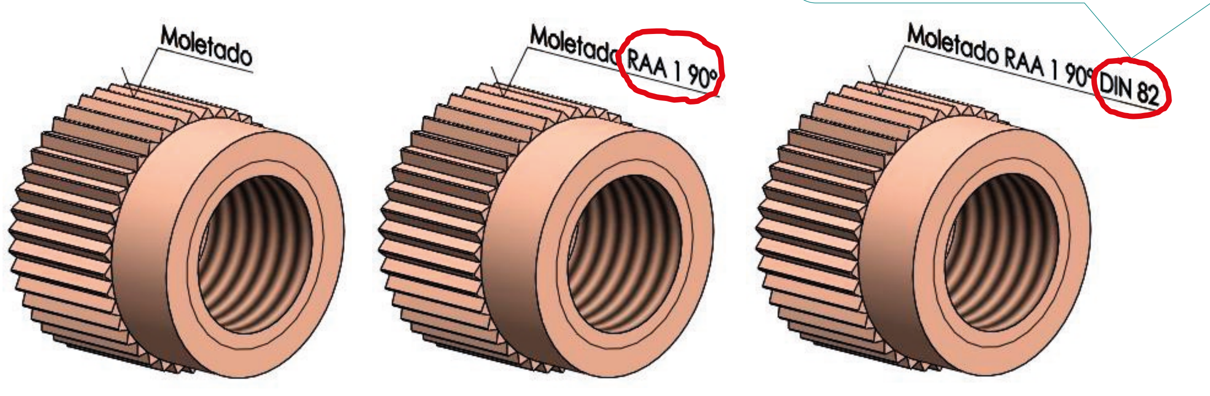
El símbolo se vincula a la geometría

Se apoya el vértice de la “V asimétrica” sobre la representación gráfica de la superficie cuya fabricación se está etiquetando



La etiqueta de la operación de fabricación puede ser genérica, o incluir los parámetros necesarios para definir la operación concreta

La etiqueta también puede indicar las normas que regulan las correspondientes operaciones

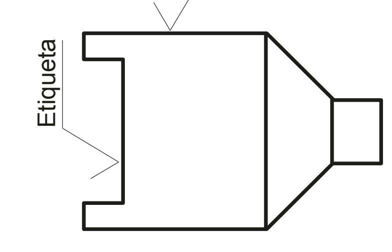


ISBN: 978-84-18951-43-5

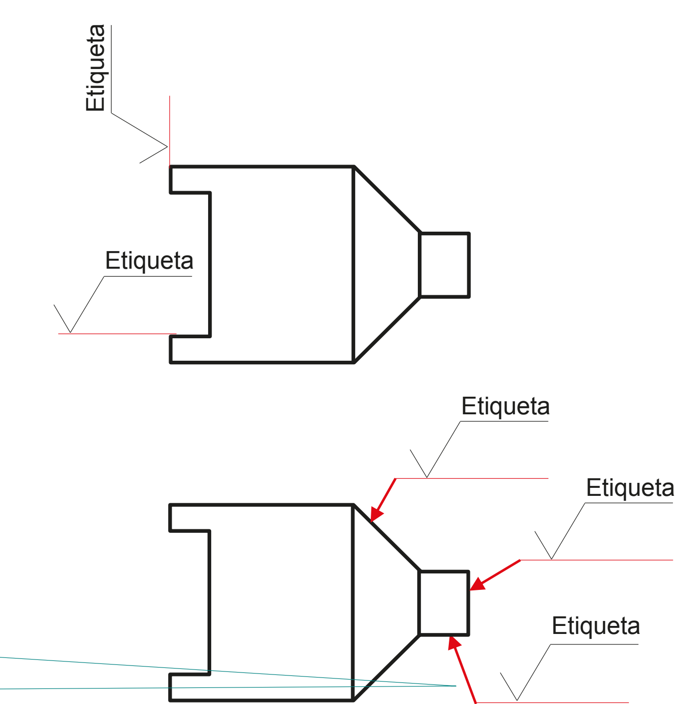
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Colocación

Según la norma UNE-EN ISO 1302:2002, los símbolos, junto a las etiquetas que los acompañan, se colocan como sigue:



- En la parte exterior de la pieza
- Directamente sobre la superficie a la que se refieren
- Alternativamente, se colocan en una prolongación de la superficie realizada en línea llena fina
- Las anotaciones deben poder leerse desde abajo o desde la derecha del dibujo



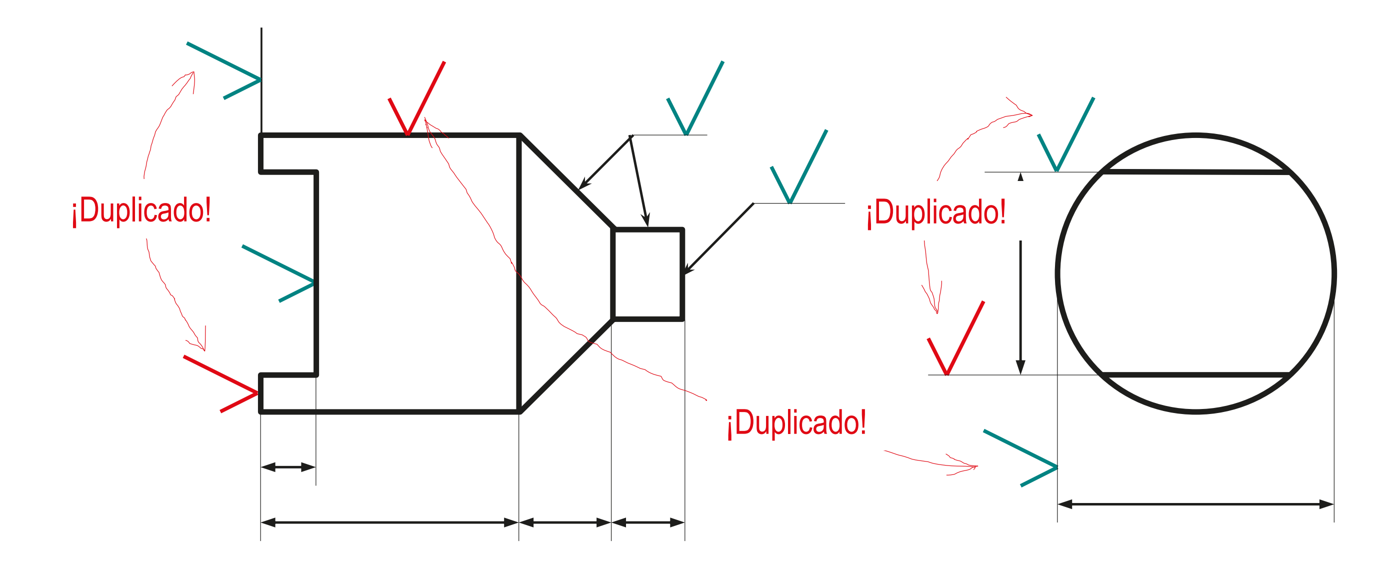
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Colocación

Los símbolos de fabricación deben colocarse una sola vez sobre el dibujo o el modelo

Los símbolos de fabricación deben colocarse preferentemente en la vista en la que está acotado el elemento al que hacen referencia



La norma añade otras recomendaciones complementarias:

- Debe evitarse la acumulación de símbolos en una sola vista
- Deben evitarse cruces y solapamientos que dificulten la lectura

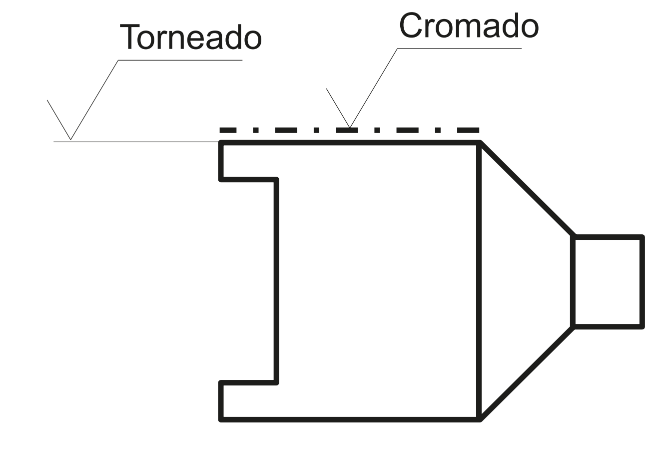
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

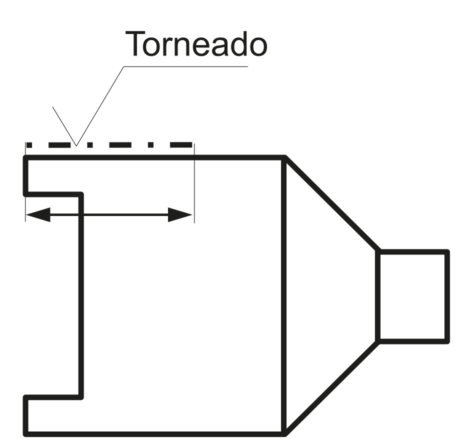
Colocación

Para indicar procesos de fabricación superpuestos o parciales, se complementa el símbolo general con una indicación de la zona a tratar:

- El tratamiento superpuesto se indica sobre una línea gruesa de trazo y punto adyacente a la superficie en cuestión



- Alternativamente, la línea gruesa de trazo y punto sirve para indicar procesos de fabricación que afectan parcialmente a una superficie



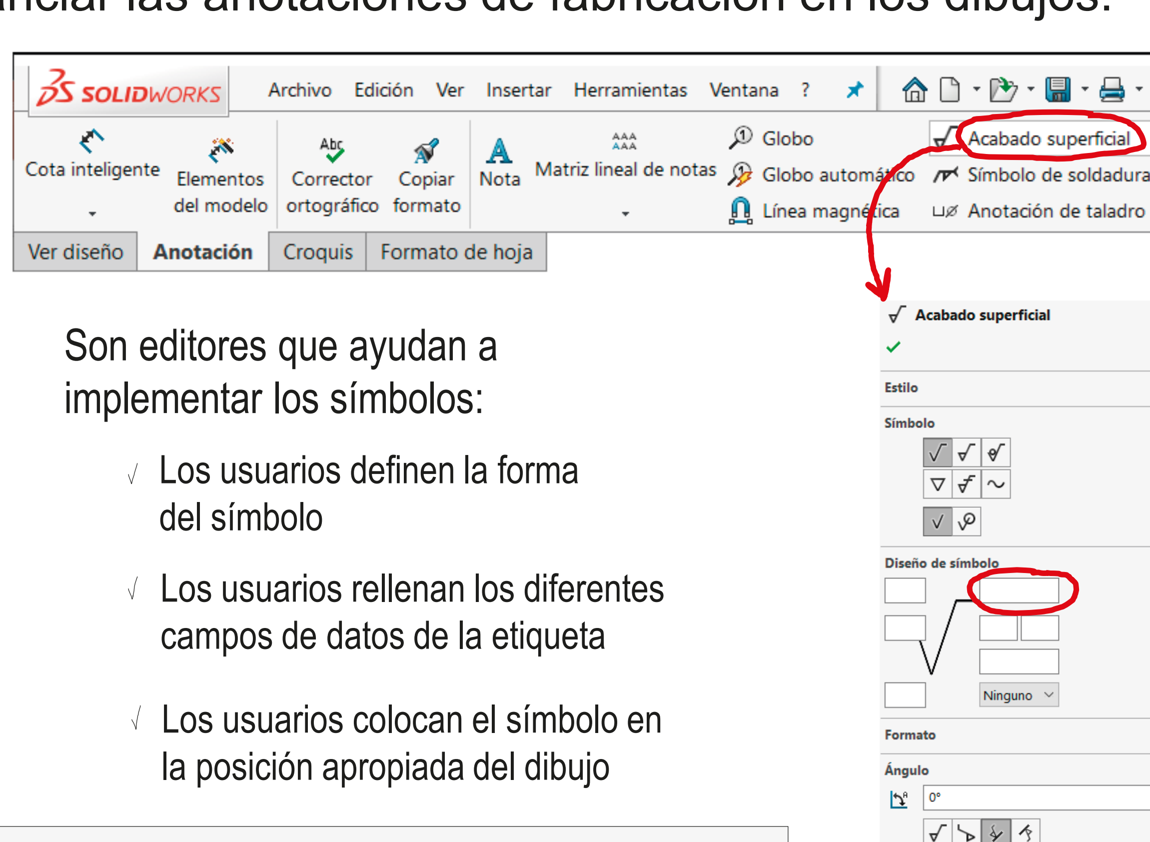
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Instanciación

Las aplicaciones CAD disponen de editores específicos para instanciar las anotaciones de fabricación en los dibujos:



Son editores que ayudan a implementar los símbolos:

- Los usuarios definen la forma del símbolo
- Los usuarios rellenan los diferentes campos de datos de la etiqueta
- Los usuarios colocan el símbolo en la posición apropiada del dibujo



Alternativamente, debería seguir las estrategias para dibujar símbolos con aplicaciones CAD, descritas en la lección 3.5

Instanciación

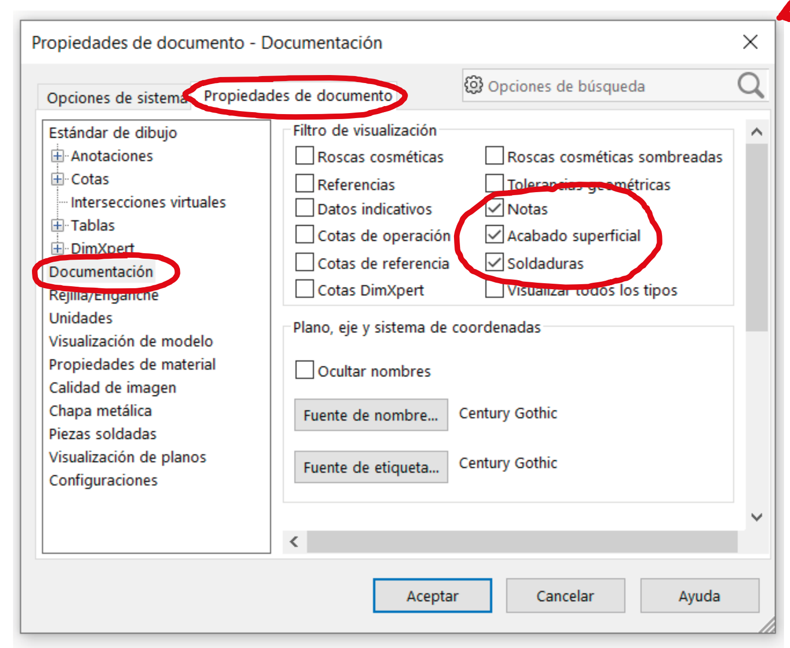


No olvide comprobar que la visualización de anotaciones esté activada

√ Despliegue el diálogo de *Opciones*



√ Active las propiedades de *Documentación*, en las *Propiedades de documento*, para acceder al *Filtro de visualización*



ISBN: 978-84-18951-43-5

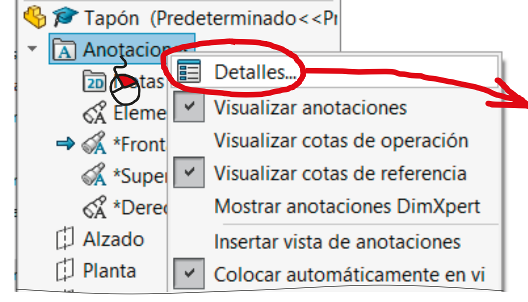
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

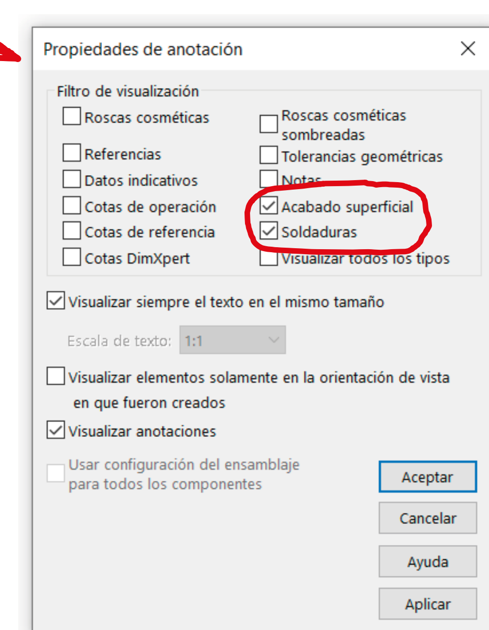
Instanciación

Para anotar un modelo sólido, comience también por comprobar que la visualización de anotaciones esté activada

√ Despliegue el menú contextual de la carpeta de *Anotaciones*

√ Seleccione los *Detalles*





√ Active las opciones necesarias en el *Filtro de visualización*

√ Active las V*isualización de anotaciones*

Instanciación

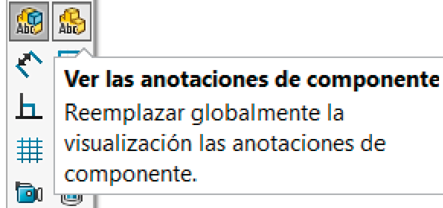


Active, además, la visualización de anotaciones en la *Barra transparente Ver* :

- Despliegue el gestor de *Ver*, en la *Barra transparente Ver*
- Active la opción de *Ver anotaciones de nivel superior*



En un fichero de un ensamblaje se pueden controlar por separado las anotaciones del ensamblaje (nivel superior), y las de sus componentes



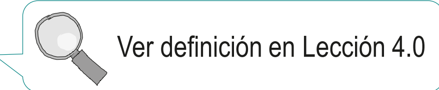


Cuando las anotaciones ya estén creadas, podrá usar el control de visualización para ocultarlas o mostrarlas a voluntad

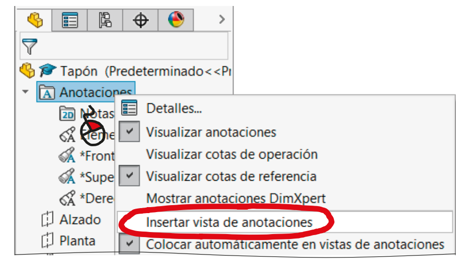
Para controlar la colocación de las anotaciones:

√ Defina el plano de anotación en el que va a trabajar:

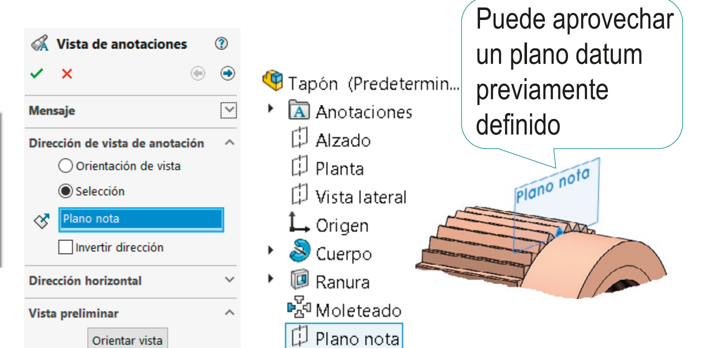
√ Pulse el botón derecho sobre la carpeta de *Anotaciones*



√ Seleccione *Insertar vista de anotaciones*



√ Defina el nuevo plano de anotaciones

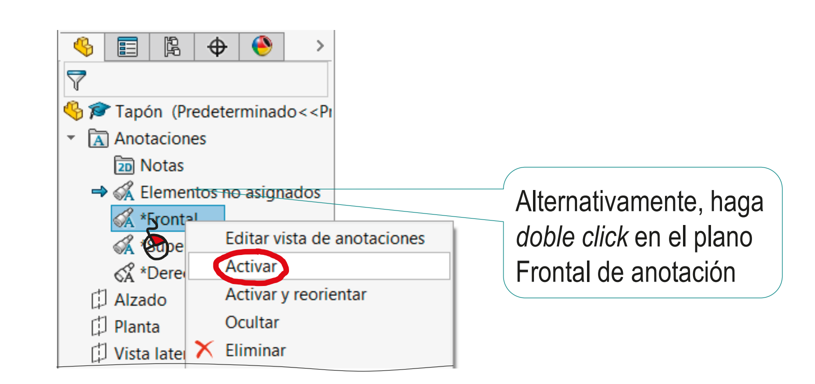


√ Active el plano de anotación en el que va a trabajar:

√ Seleccione la carpeta de *Anotaciones*

√ Despliegue la carpeta *Anotaciones*

√ Active el plano en el que quiera hacer la anotación



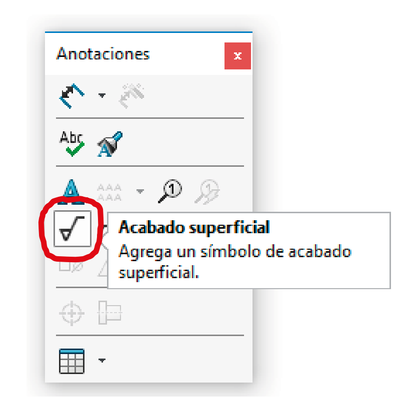
Alternativamente, haga *doble click* en el plano Frontal de anotación

ISBN: 978-84-18951-43-5

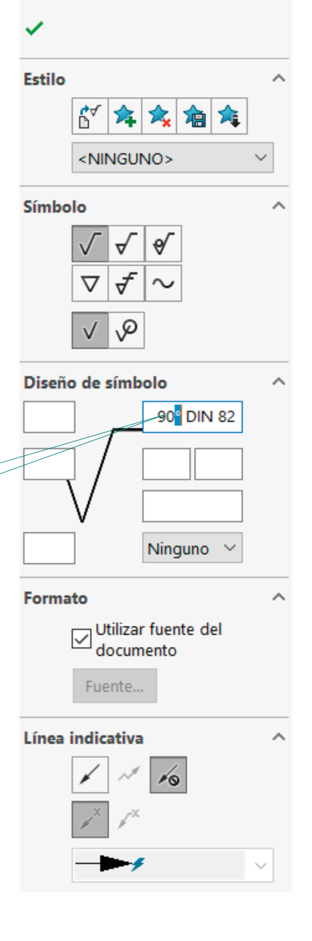
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Luego, debe usar el editor de símbolos de fabricación para instanciar el símbolo:

√ Seleccione *Acabado superficial* en el menú de *Anotaciones*



√ Edite los parámetros del editor de símbolos de fabricación, hasta obtener el símbolo deseado



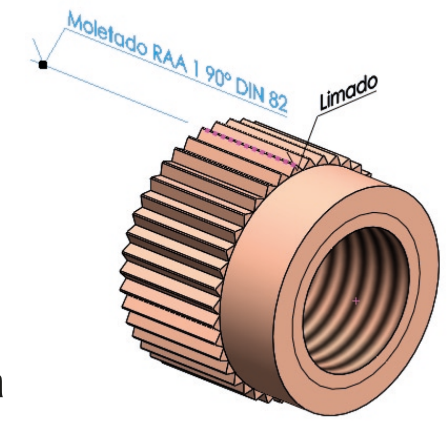
Para insertar símbolos en el texto utilice los códigos ASCII

Por ejemplo, mantenga pulsada la tecla *Alt* mientras pulsa el código 248, para obtener el símbolo de grado

Instanciación

Por último, debe colocar el símbolo en su lugar:

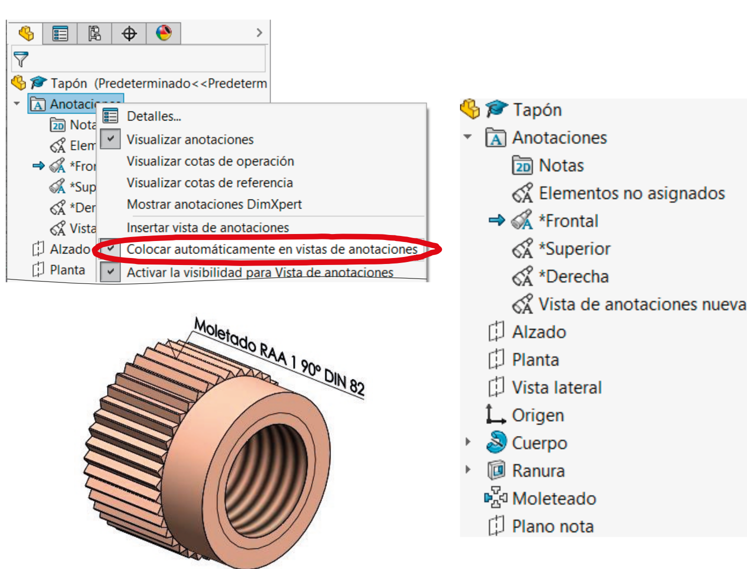
√ Coloque el símbolo en su posición, seleccionando la entidad geométrica a la que debe estar vinculado



√ Asegúrese de que el símbolo queda correctamente agrupado:

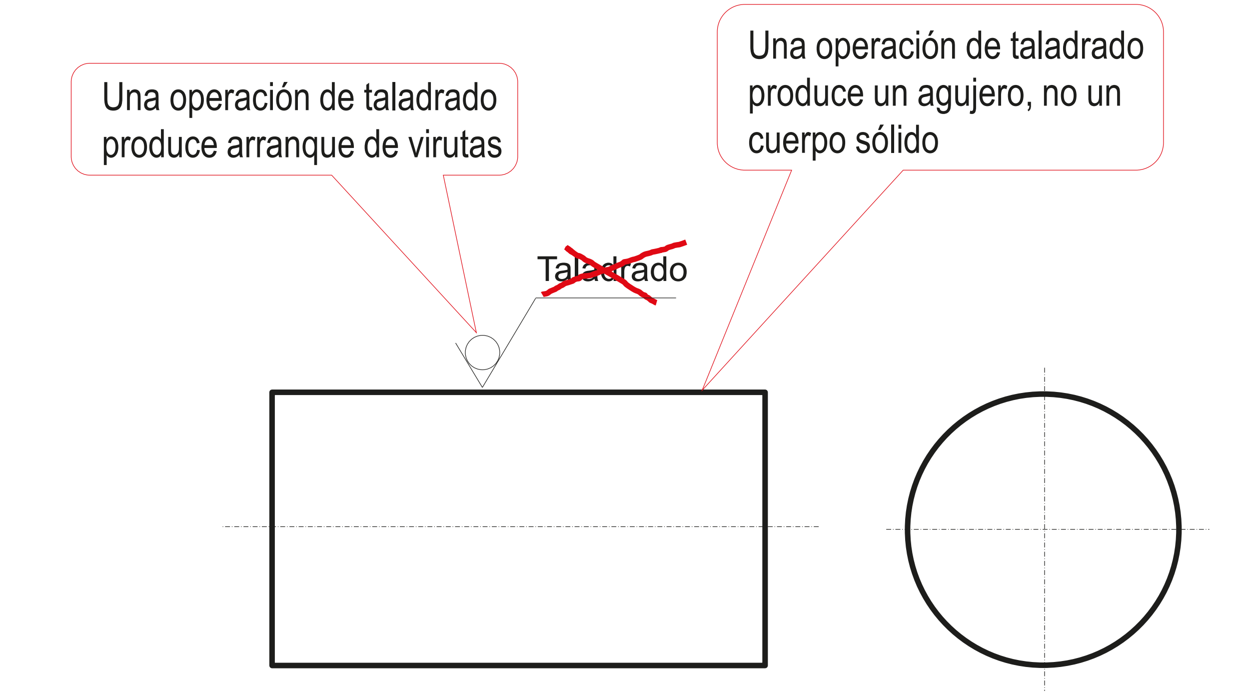
√ Si selecciona la opción *Colocar automáticamente en vistas de anotaciones*, el símbolo se agrupará automáticamente en el plano de anotación más apropiado

√ Si oculta la visualización del resto de las vistas de anotación podrá comprobar que el símbolo está en la vista apropiada



Procesos de fabricación

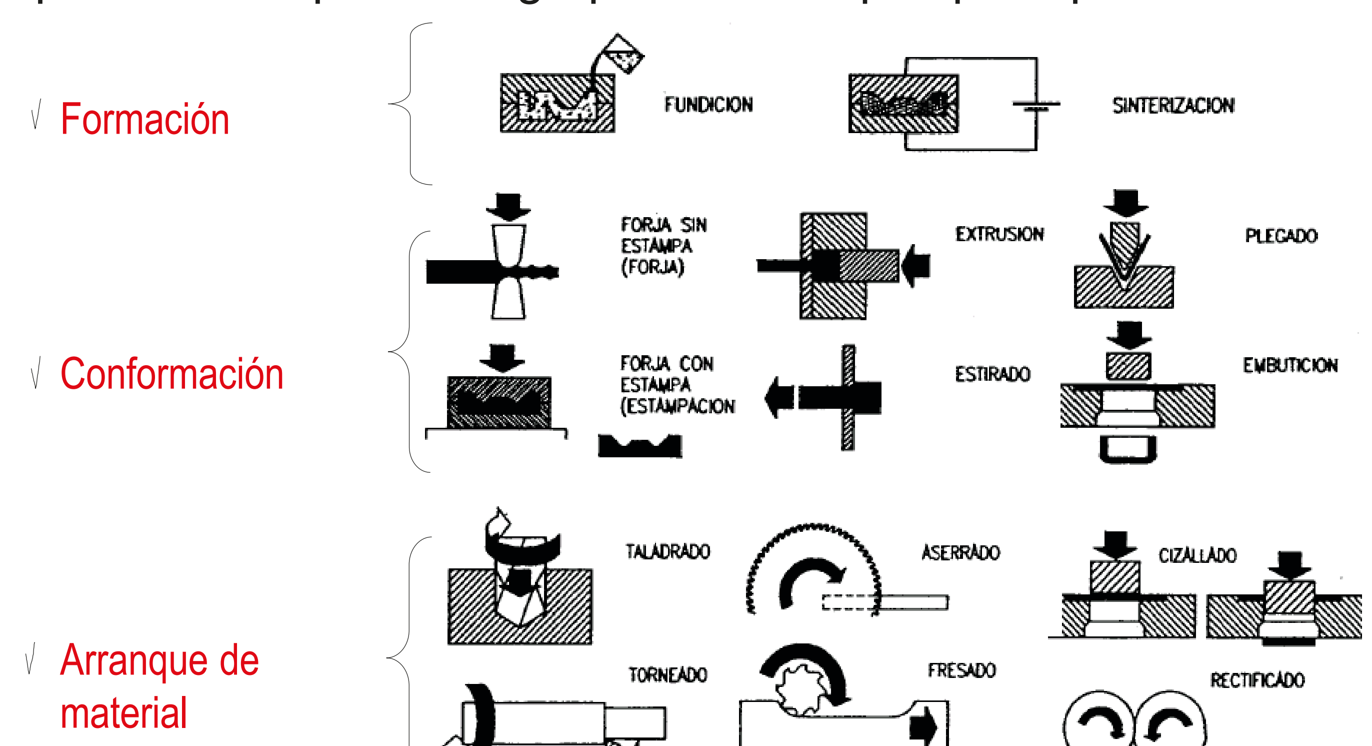
Obviamente, para utilizar los símbolos, se deben conocer los nombres de las operaciones de fabricación más elementales



Procesos de fabricación

Los procesos se pueden agrupar en tres tipos principales:

- √ Formación
- √ Conformación
- √ Arranque de material



Un cuarto tipo engloba las operaciones de *acabado*

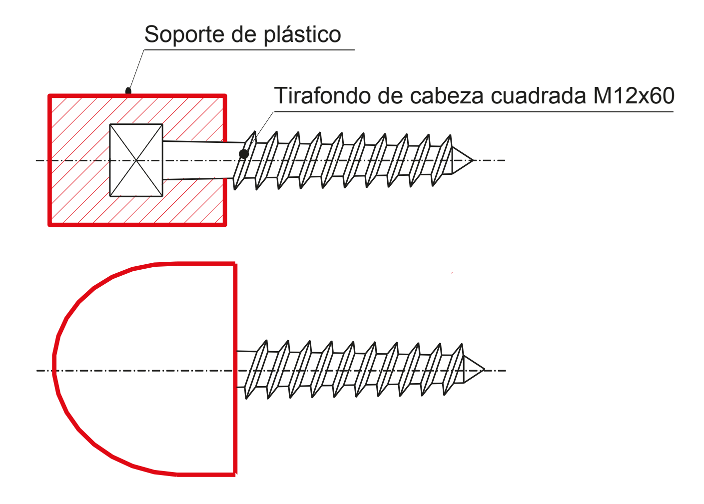


Más detalles sobre procesos de fabricación en 4.2.1

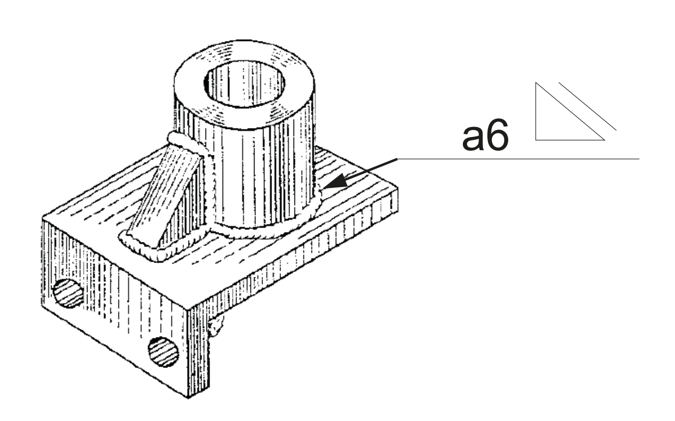
Unión aglutinada

La unión aglutinada es un tipo de procedimiento de fabricación con representaciones propias:

- La unión por moldeo o armado, en las que el elemento aglutinador se representa (mediante vistas, cortes y cotas), conjuntamente con los elementos a los que aglutina



- La unión soldada o pegada en la que la unión se representa mediante una simbología propia

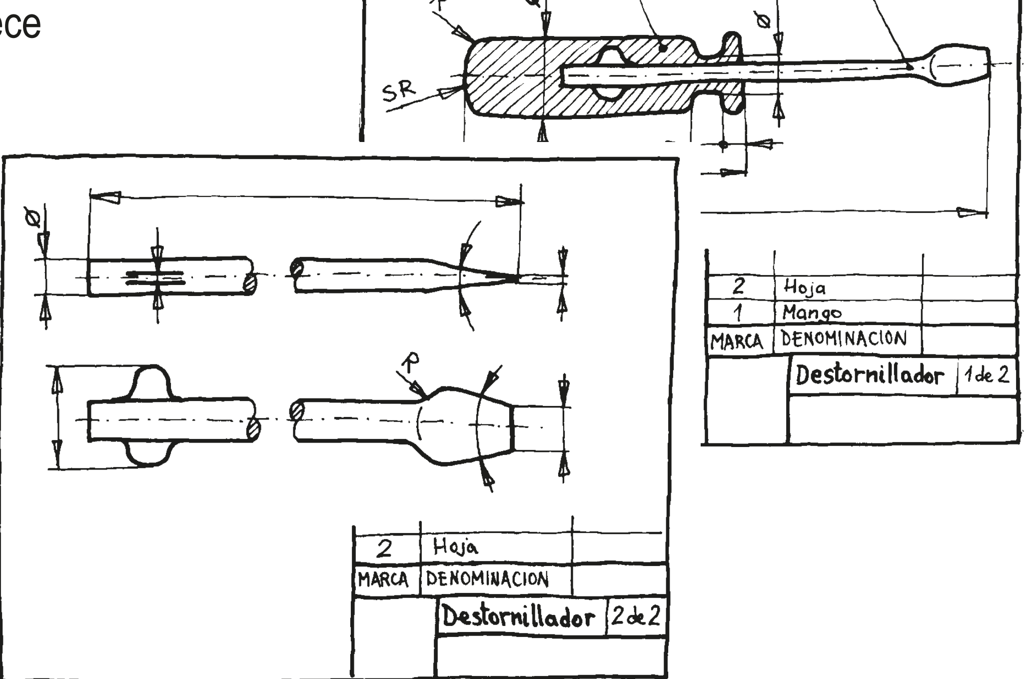


Unión aglutinada

Las uniones no desmontables por moldeo o armado son aquellas en las que un elemento sirve como aglutinador de un subconjunto de piezas al tiempo que realiza una función propia

La representación de subconjuntos unidos por armado se hace por medio del dibujo de conjunto y de los correspondientes dibujos de detalle o despiece

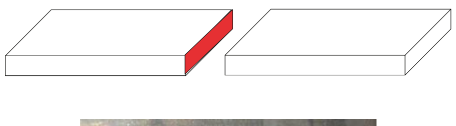
También se usan *ensamblajes* y *sólidos multicuerpo* para representar uniones por moldeo o armado



Unión aglutinada

En una unión soldada o pegada, los aspectos a representar son:

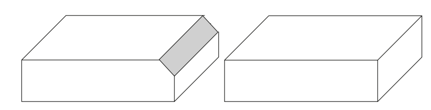
1 Las *juntas, que son las* zonas de contacto y posiciones relativas de los elementos a unir



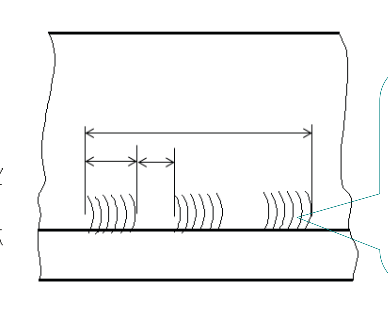
2 El *cordón, que incluye* la geometría del elemento de unión



3 La *preparación* y el procedimiento, que incluye los detalles sobre el procedimiento de unión (soldadura o unión pegada), el material de aporte y los tratamientos previos



Se pueden representar mediante vistas, cortes y cotas…



Observe el símbolo específico ("oruga") usado para representar un cordón visto de frente

…pero es recomendable representarlos mediante un tipo de anotación específico

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Unión aglutinada

Introducción
Símbolo
Colocación
Instanciación
Procesos
Aglutinación

El símbolo de una unión soldada o pegada está definido en la norma UNE-EN ISO 2553:2020, y consiste en:

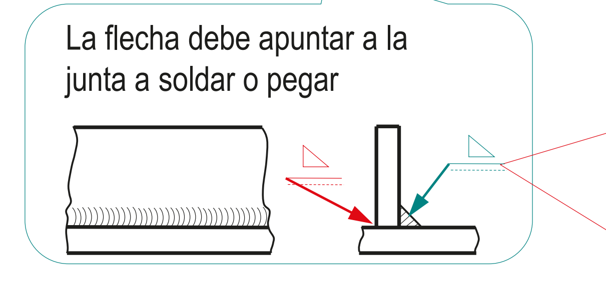
√ Una etiqueta que indica las características del cordón aglutinador

Los campos de la etiqueta están *normalizados,* e indican la forma y la posición del cordón

a6 4 x 300

√ Una flecha de referencia que apunta a la posición del cordón aglutinador

La flecha debe apuntar a la junta a soldar o pegar

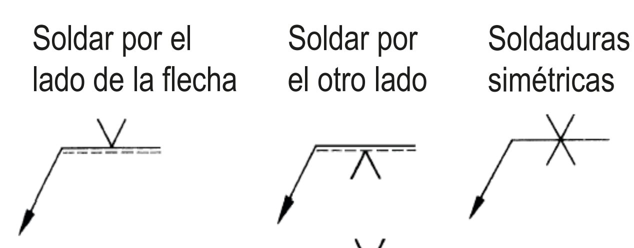


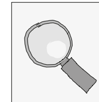
La colocación relativa entre la flecha y la junta tiene significado:

Soldar por el lado de la flecha

Soldar por el otro lado

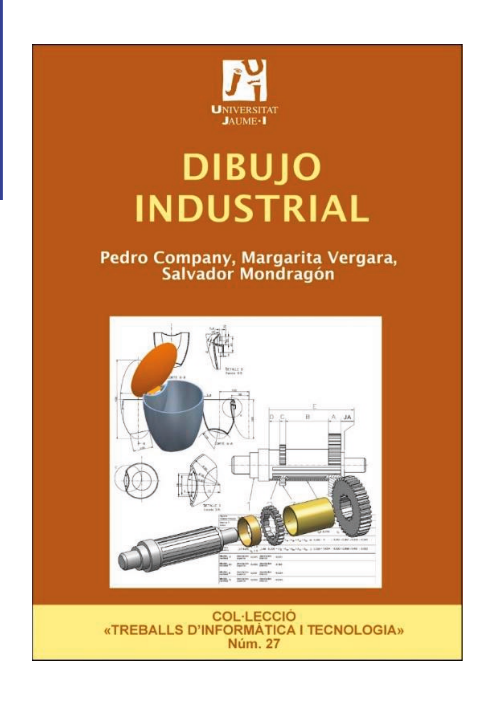
Soldaduras simétricas



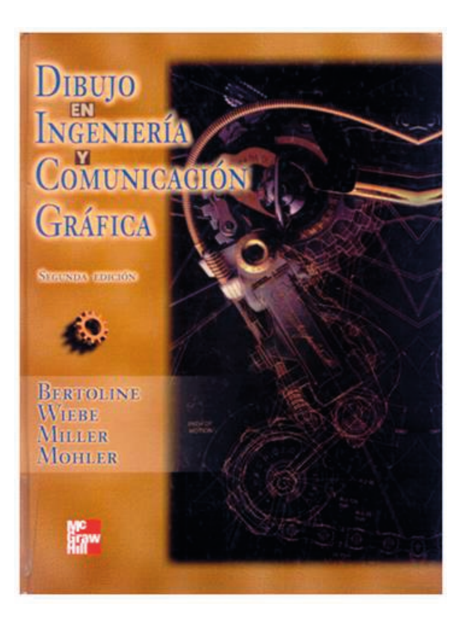


Más detalles sobre uniones aglutinadas en 4.2.2

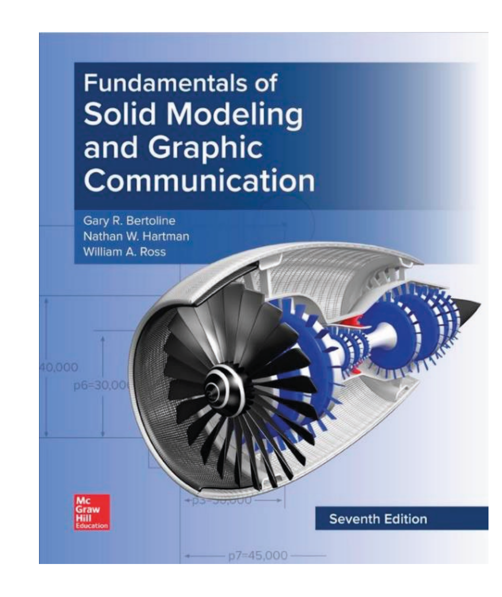
Para repasar



Capítulo 2.1: Procesos de fabricación

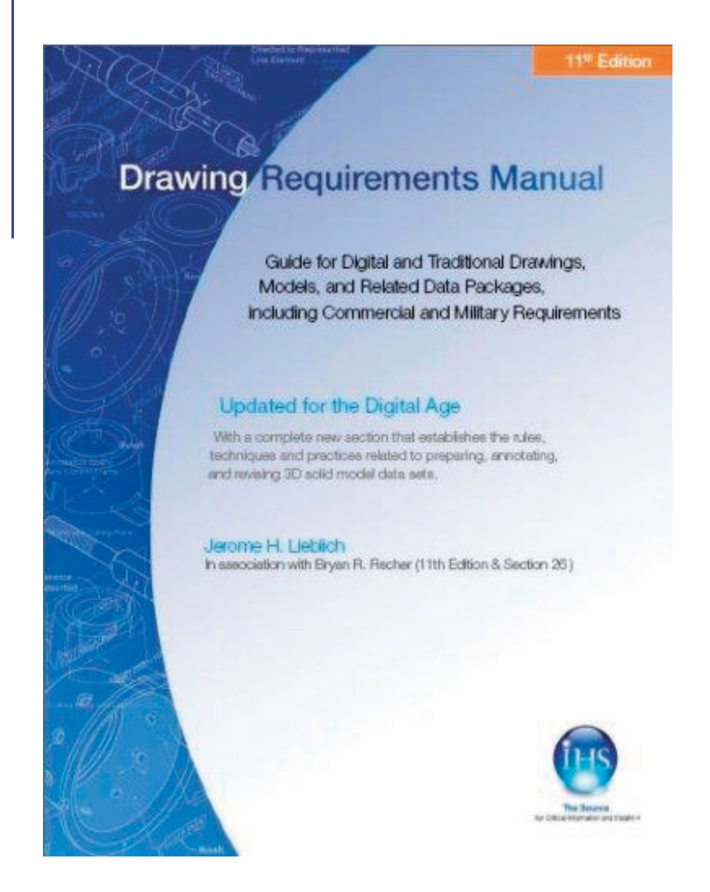


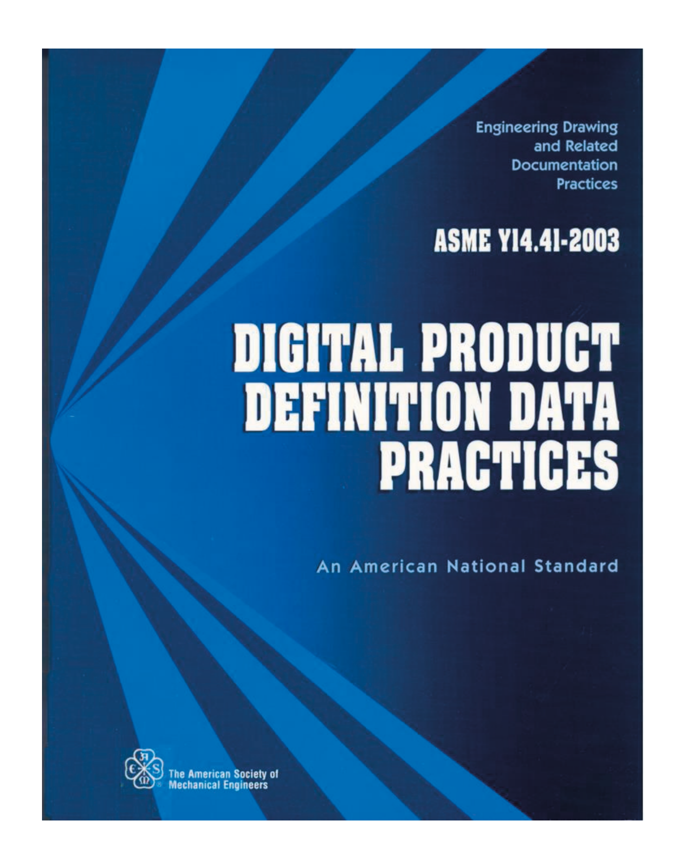
Capítulo 18: Producción y procesos de manufactura automatizados



Chapter 6: Product Manufacturing Information (PMI)

Para repasar



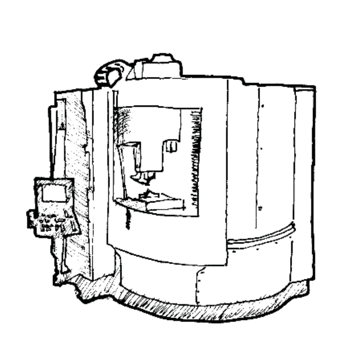
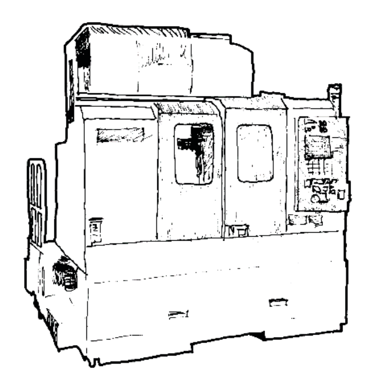
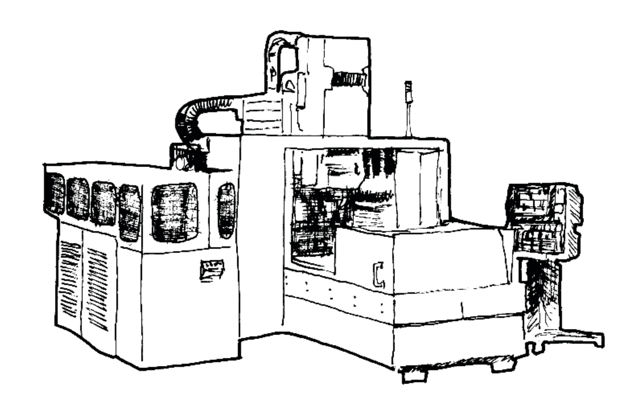


Section 13: Surface texture

Section 14: Welding symbology

Procesos

Los procesos de fabricación usan herramientas o máquinas para modificar la forma, el tamaño, el comportamiento, el aspecto, etc. de una materia prima hasta obtener un producto manufacturado

Con carácter general se suelen clasificar los procesos de fabricación que modifican la forma, en tres tipos:

- √ Formación, donde se "moldea" el material
- √ Conformación , donde se "amasa" el material
- √ Arranque de material, donde se "talla" el material

Hay un cuarto proceso de acabado, donde se "recubre" el material tras los procesos anteriores

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Formación

Procesos
Formación
Conformación
Arranque
Acabado

En la formación, el material pierde su forma original por un proceso previo, tal como calentarlo hasta que funde (plásticos y metales), molerlo y desecarlo (cemento), etc.



En una segunda fase, el material se vierte dentro de un molde o encofrado en el que consolida la forma deseada (por enfriamiento, presión, inducción eléctrica, etc.)







ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

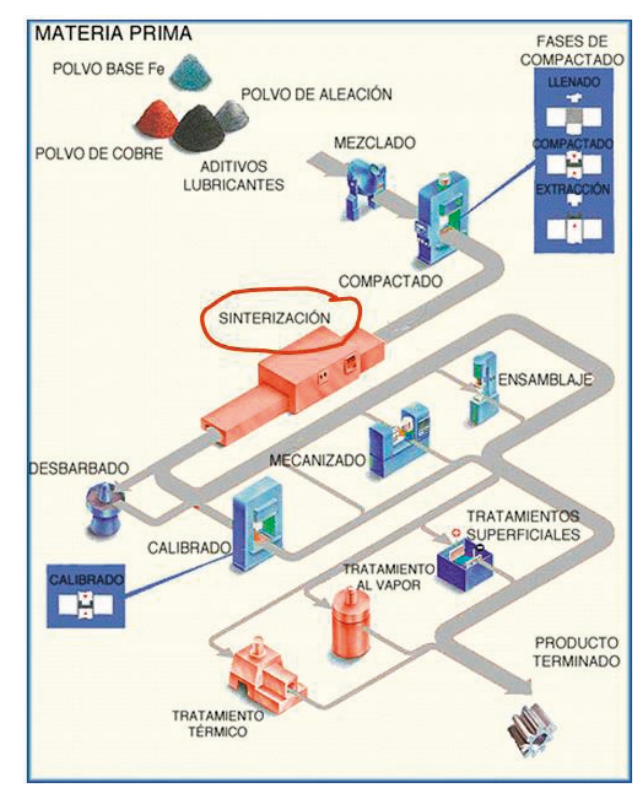


Hay frecuentes innovaciones en los procesos de fabricación, que los vuelven más sofisticados

El sinterizado se aplica a materiales metálicos (pulvimetalurgia), y también a materiales cerámicos



En el sinterizado los materiales se muelen en polvo muy fino, se mezclan para conseguir las propiedades deseadas, luego se compacta la mezcla para darle la forma deseada y, por último, se somete a grandes presiones o campos eléctricos para que solidifique y adquiera la máxima resistencia mecánica

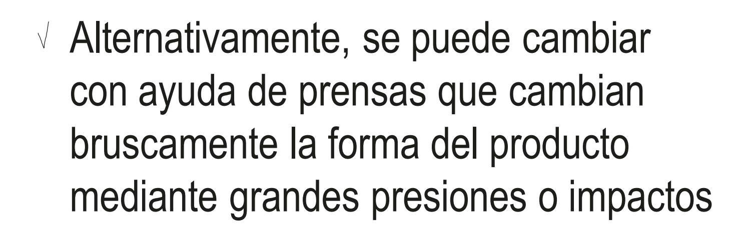


http://www.sinterpres.com/sinterizado.htm

Conformación

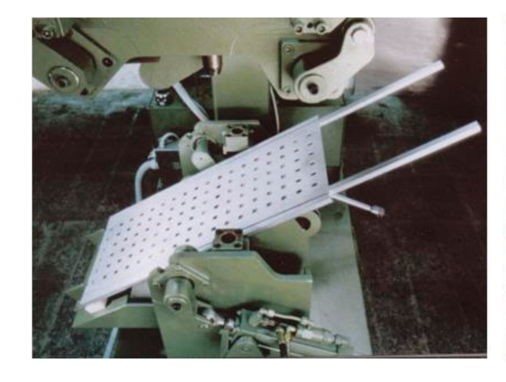
En la conformación, se aprovecha la ductilidad del material para modificar la forma del producto

√ Se puede cambiar poco a poco con ayuda de diferentes herramientas que producen pequeños cambios acumulativos

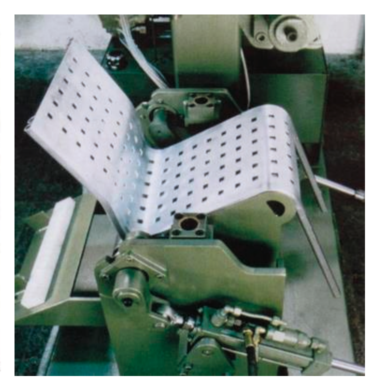




√ Alternativamente, se puede cambiar con ayuda de prensas que cambian bruscamente la forma del producto mediante grandes presiones o impactos



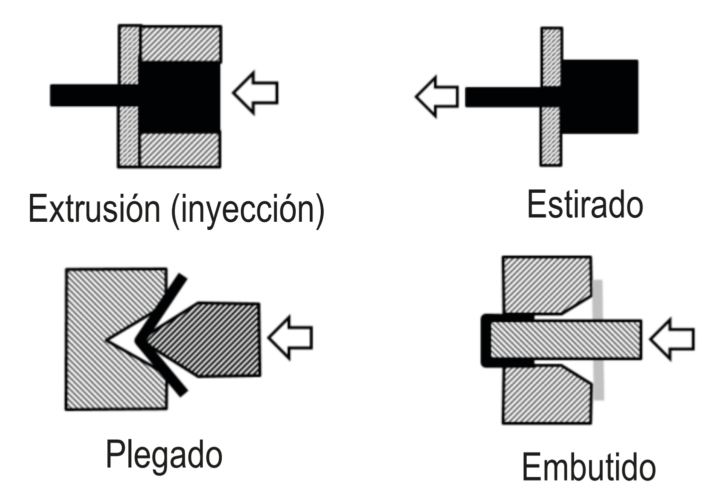




Conformación

Hay diferentes variantes de conformado que se identifican con nombres propios:

- Los casos más comunes entre los de *deformación progresiva* se denominan:



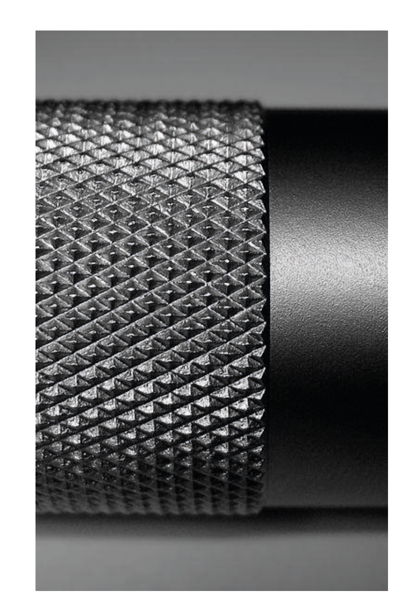
- Los casos más comunes entre los de *deformación por impacto* se denominan:



ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conformación

Hay muchas operaciones particulares de conformación, pero algunas de ellas tienen peculiaridades que dan lugar a normativa propia



- √ El moleteado (knurling) es una operación de mecanizado que se realiza sobre una superficie exterior para generar estrías que impidan el deslizamiento de los dedos al agarrarla



- √ El procedimiento más común para conseguir el moleteado es mediante una herramienta denominada moleta, de material más duro que la pieza a grabar, que se presiona y se hace girar o deslizar sobre la zona a moletear

ISBN: 978-84-18951-43-5

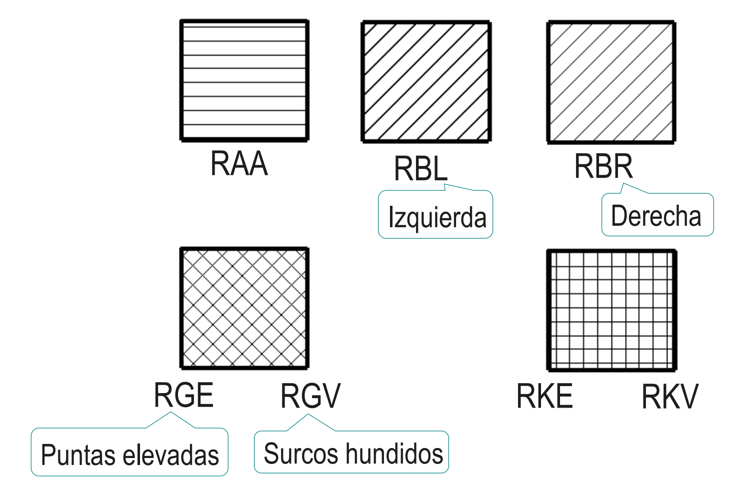
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conformación

Lo más destacable del moleteado es que está regulado mediante la norma DIN 82-1973, que sigue vigente tras muchos años desde su publicación

La norma define diferentes geometrías:

- √ simple paralelo (RAA)
- √ simple inclinado (RBL o RBR)
- √ cruzado inclinado (RGE o RGV)
- √ cruzado ortogonal (RKE o RKV)



La norma define las dimensiones de la ranura:

- √ El paso es la distancia que hay entre los vértices de dos relieves consecutivos

  Los pasos normalizados son 0,5 – 0,6 – 0,8 – 1- 1,2 – 1,6 mm.

- √ El ángulo mide la inclinación del perfil en V que forman los flancos del relieve

  Los ángulos normalizados son 90º y 105º

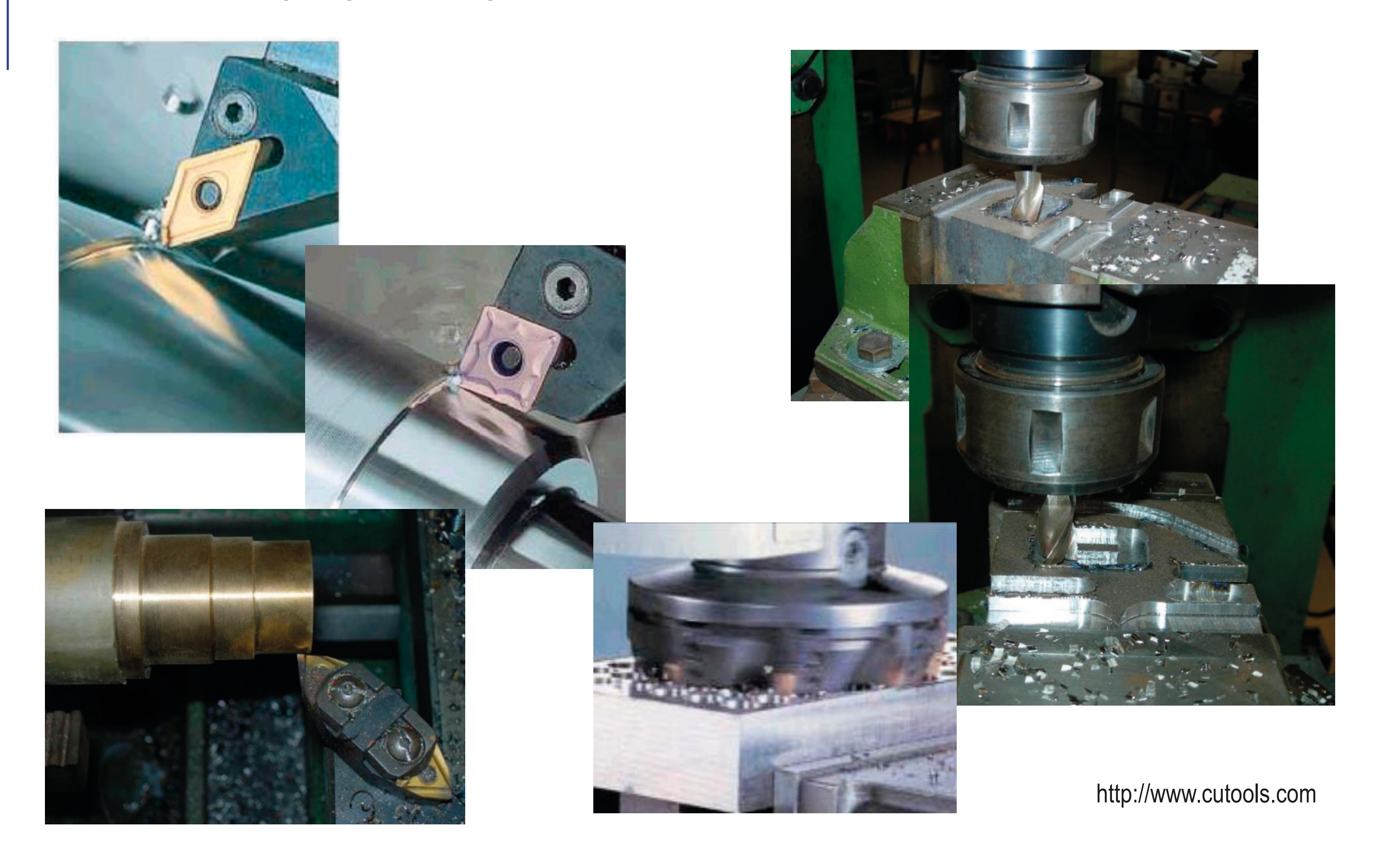
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Arranque de material

En los procesos de arranque de viruta una herramienta modifica la forma inicial del material quitando de modo continuado pequeñas partes o “virutas” de la misma



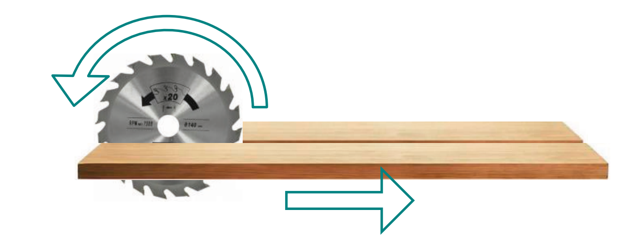
http://www.cutools.com

Arranque de material

Procesos
Formación
Conformación
Arranque
Acabado

En el arranque de material se combinan dos movimientos:

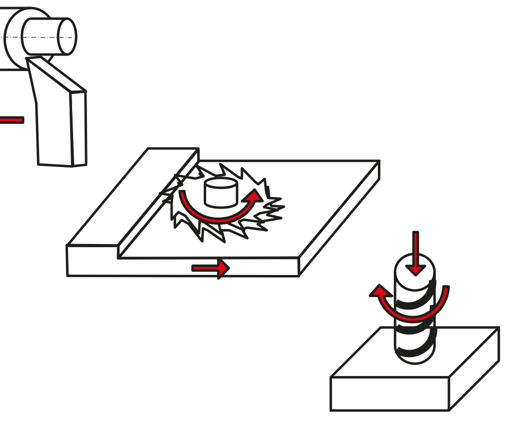
- √ Movimiento de corte
- √ Movimiento de avance



En general, tanto la pieza como la herramienta pueden tener ambos movimientos

Las operaciones se clasifican en función de los movimientos de la pieza y la herramienta:

- √ Torneado, cuando la pieza gira y la herramienta avanza
- √ Fresado, cuando la herramienta gira y la pieza avanza
- √ Taladrado, cuando la herramienta gira y avanza



Arrange de material

Las operaciones también reciben nombres y se agrupan en función de las velocidades y las durezas de los materiales:

- √ Corte es cuando se modifica la forma de la pieza quitando material mediante incisiones que desprenden virutas grandes

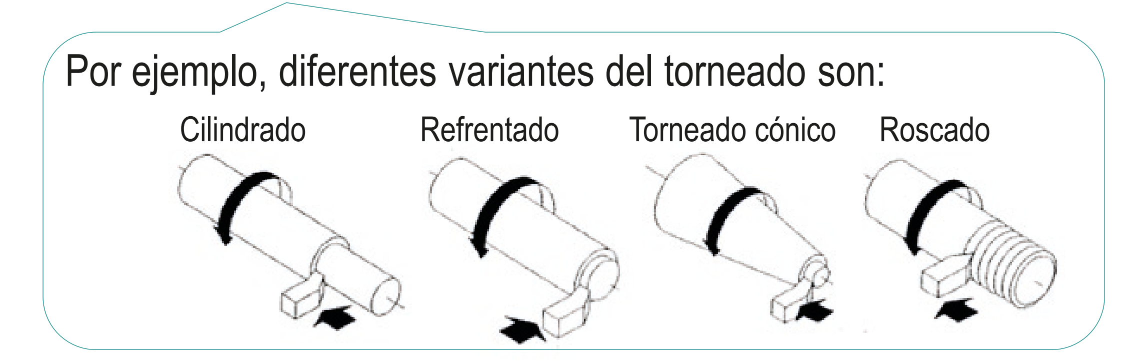


- √ Abrasión es cuando se modifica la forma de la pieza quitando material mediante fricción que desprende partículas diminutas



Por último, hay que saber que cada operación puede llegar a tener múltiples variantes, con nombres propios

Por ejemplo, diferentes variantes del torneado son:



ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Acabado

Procesos

Formación

Conformación

Arranque

Acabado

Después de alguno de los tres procesos básicos, se pueden añadir diferentes procesos de acabado, que modifican la superficie de la pieza o le añaden una película que la recubre

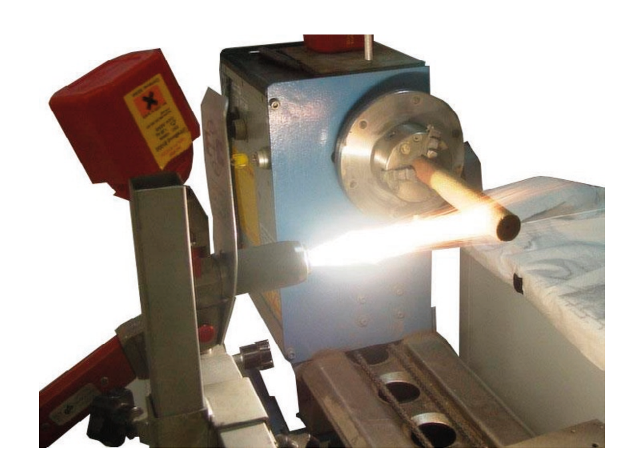
Los procesos de acabado sirven para:

- √ Mejorar el aspecto final de las piezas

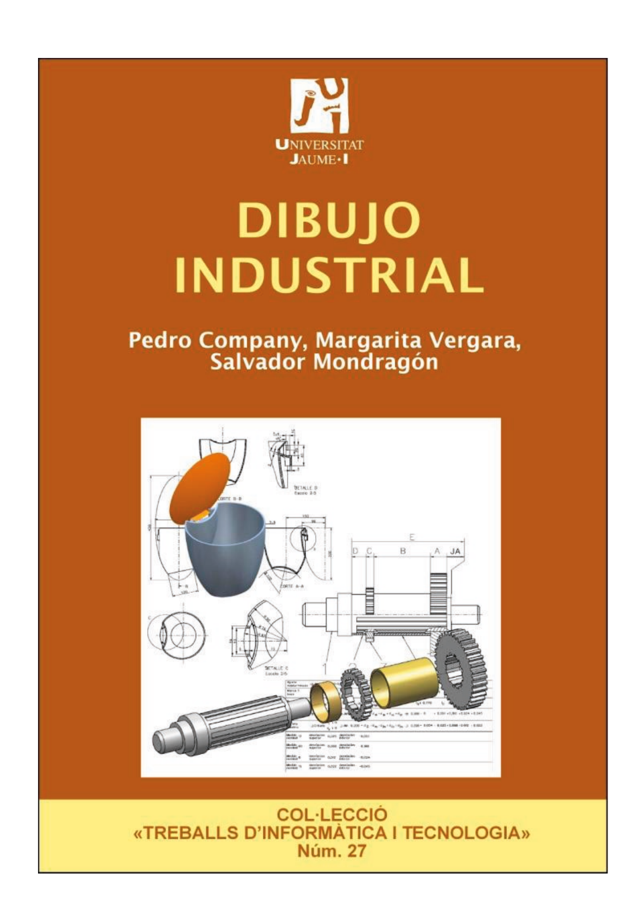
Recubrimiento por pintado

- √ Mejorar el comportamiento (resistente, antioxidante, etc.)

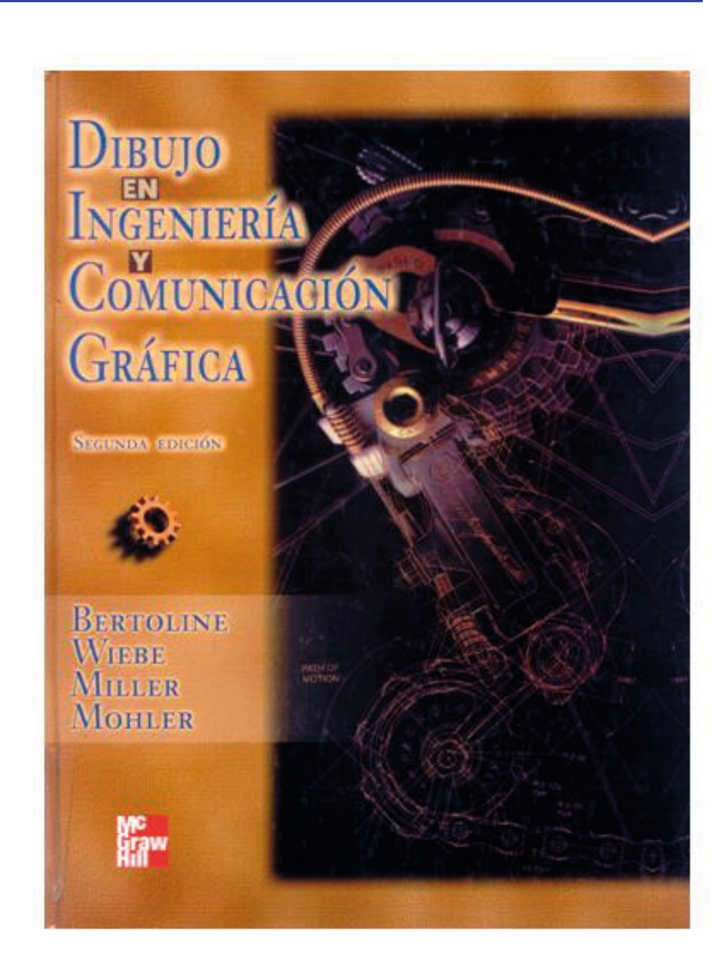
Recubrimiento por proyección térmica de material cerámico



Para repasar



Capítulo 2.1: Procesos de fabricación



Capítulo 18: Producción y procesos de manufactura automatizados

Introducción

Introducción
Soldadura
Moldeo

Hay dos formas principales de unión:

1 Unión por montaje con piezas prefabricadas cuya función principal es asegurar la unión

Por ejemplo, tornillos y tuercas

Las uniones mediante montaje se tratan como ensamblajes



Más detalles sobre ensamblajes con piezas prefabricadas en 2.2

2 Unión mediante elemento aglutinador, entre las que se distinguen dos tipos

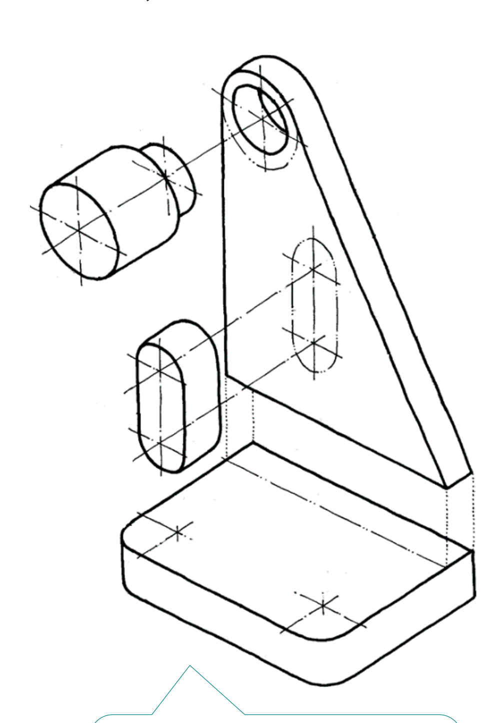
- √ Si no tiene función propia, la unión es soldada o pegada
- √ Si tiene función propia la unión es por moldeo o armado

ISBN: 978-84-18951-43-5

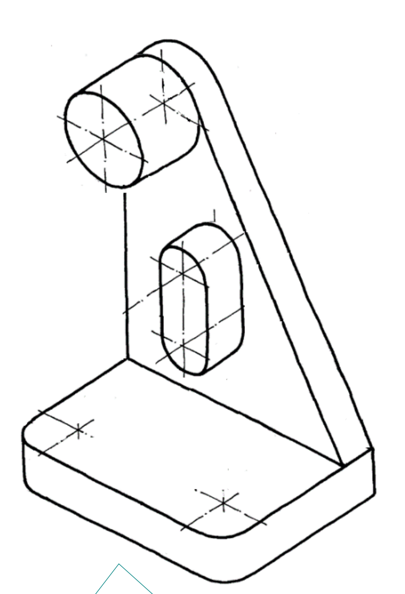
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones soldadas y pegadas

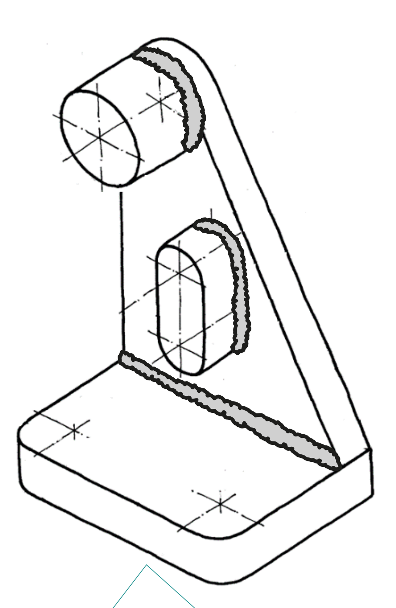
La unión soldada o pegada es un proceso de fabricación o puesta en obra que restringe todos los grados de libertad, inmovilizando totalmente todas las piezas unidas



Las diferentes partes de la pieza se fabrican como piezas separadas



Las diferentes partes de la pieza se montan como si fuera un ensamblaje



Las diferentes partes de la pieza se aglutinan para formar una pieza indivisible

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones soldadas y pegadas

Hay dos procedimientos principales de aglutinar mediante elementos de aporte:

Soldadura ⟷ Pegado

Para soldar, se calientan los bordes de las dos partes a unir y, por fusión de los bordes o por aporte de un tercer material, se consigue un material fundido que al solidificarse une a las dos piezas

Las uniones pegadas, o encoladas, se obtienen también por fusión o por aporte de material

Pero, en lugar de calentar se aprovechan diferentes reacciones químicas que se pueden producir entre el material de las piezas a pegar y el material de aporte (pegamento o diluyente) y/o el ambiente

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones soldadas y pegadas

Introducción

Soldadura

Moldeo

La soldadura es un procedimiento más clásico y desarrollado ⟷ Las uniones pegadas son más modernas y tienen peculiaridades y simbología derivada

Hay diferentes procedimientos de soldadura, que tienen peculiaridades propias que se representan a través de símbolos específicos normalizados



Se usa la simbología desarrollada para soldadura, aplicando las adaptaciones oportunas



UNE-EN ISO 15785:2002

Dibujos técnicos. Representación y expresión simbólica de juntas encoladas, plegadas y prensadas. (ISO 15785:2002)

Technical drawings - Symbolic presentation and indication of adhesive, fold and pressed joints. (ISO 15785:2002)

Dessins techniques - Représentation symbolique et indicationdes assemblages collés, repliés et clinchés. (ISO 15785:2002)

ISBN: 978-84-18951-43-5

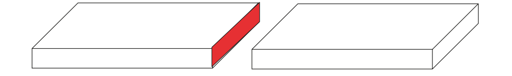
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones soldadas y pegadas

Los aspectos a representar son:

1 Las *juntas*

Zona de contacto y posiciones relativas de los elementos a unir



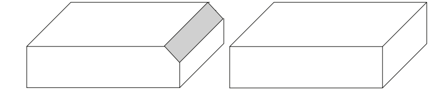
2 El *cordón*

la geometría del elemento de unión



3 La *preparación* y el procedimiento

Detalles sobre el procedimiento de unión (soldadura o unión pegada), el material de aporte y los tratamientos previos



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones soldadas y pegadas: juntas

Introducción
Soldadura
Juntas
Cordón
Preparación
Complementos
Moldeo

La posición relativa entre las dos piezas a unir determina las diferentes clases de juntas, que se pueden indicar mediante leyendas o dibujos

La norma UNE-EN ISO 2553:2020 clasifica los tipos de unión que muestra la tabla

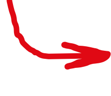
La clasificación completa está en la norma UNE-EN ISO 17659:2005

TIPO DE UNIÓN	DIBUJO	ÁNGULO
Tope		135° ≤ α ≤ 180°
Esquina		30° < α < 135°
Cantos		0° ≤ α ≤ 30°
Ángulo		5° < α ≤ 90°
Solape		0° ≤ α ≤ 5°

La norma ISO/TR 25901 define el vocabulario usado en soldadura

Uniones soldadas y pegadas: cordón

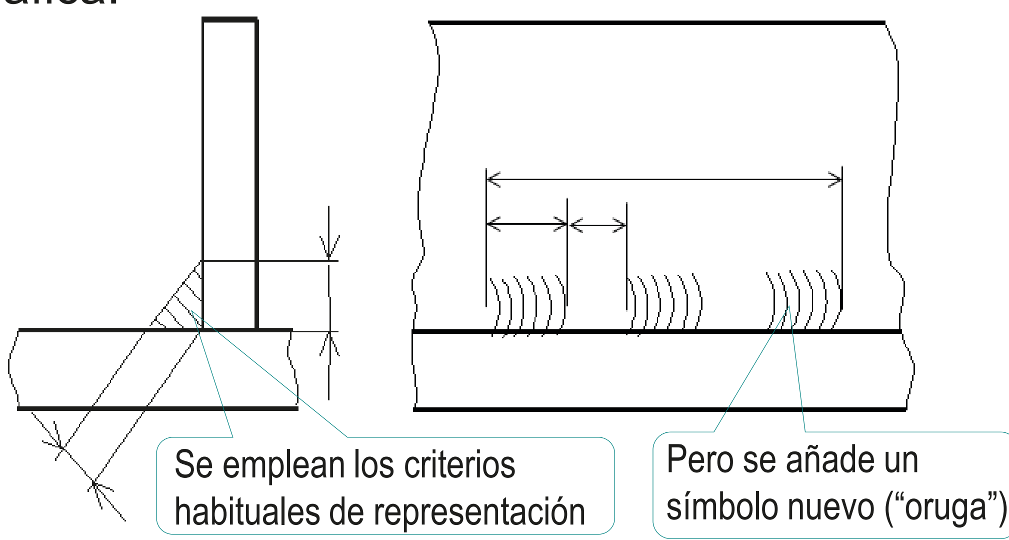
El material fundido o de aporte adquiere al solidificarse una forma que se denomina *cordón*



La geometría del cordón se define indicando:

- Forma
- Posición

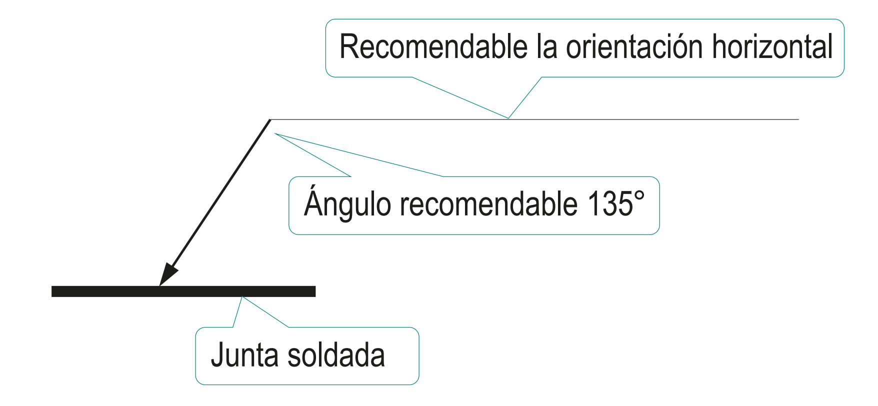
Tanto la forma como la posición se pueden indicar de forma gráfica:



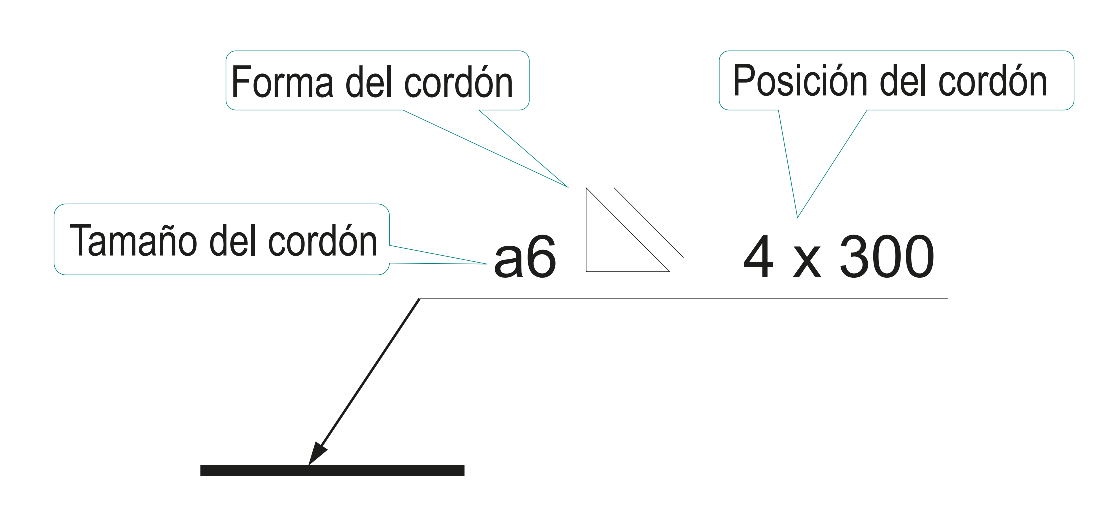
Uniones soldadas y pegadas: cordón

La forma y posición de los cordones más habituales también se pueden indicar por medio de un símbolo con leyenda:

√ El símbolo consiste en una línea de referencia y una línea de flecha, que se apoya en la junta



√ La leyenda incluye símbolos y notas para indicar las características del cordón

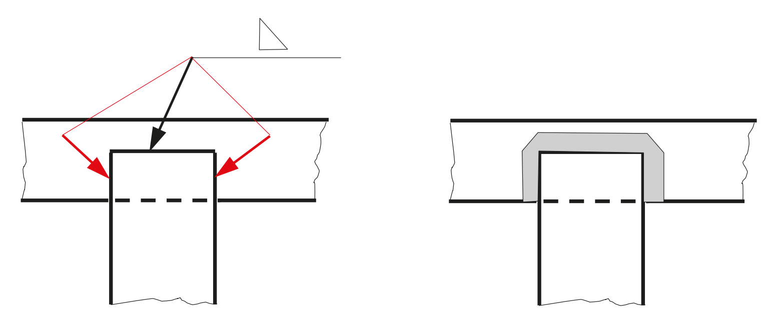


Uniones soldadas y pegadas: cordón



Para indicar mediante símbolos con leyenda diferentes localizaciones de soldaduras idénticas…

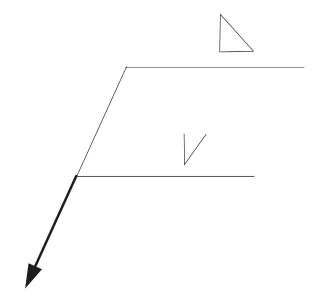
…se pueden utilizar líneas de flecha múltiples, para combinar dos o más líneas de flecha con una misma línea de referencia



Para indicar uniones que requieren más de un tipo de soldadura…

…se pueden utilizar líneas de referencia múltiples…

…colocando más cerca de la flecha la primera soldadura



Uniones soldadas y pegadas: cordón

Algunos de los símbolos elementales que indican la forma del cordón en las soldaduras son:

DESIGNACIÓN	DIBUJO	SÍMBOLO
A tope, con bordes rectos		
En ángulo		
Por puntos		

La clasificación completa está en la norma UNE-EN ISO 2553:2020

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones soldadas y pegadas: cordón

Las uniones pegadas tienen su propios símbolos, en la norma UNE-EN ISO 15785:2002:

DESIGNACIÓN	DIBUJO	SÍMBOLO
Junta superficial		
Junta inclinada		

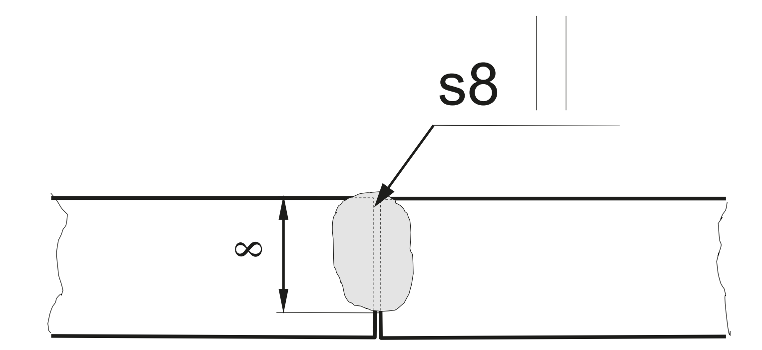
ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones soldadas y pegadas: cordón

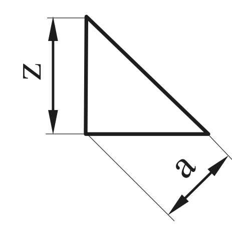
El tamaño del cordón se indica mediante un parámetro, que antecede al símbolo del cordón, y depende de su tipo:

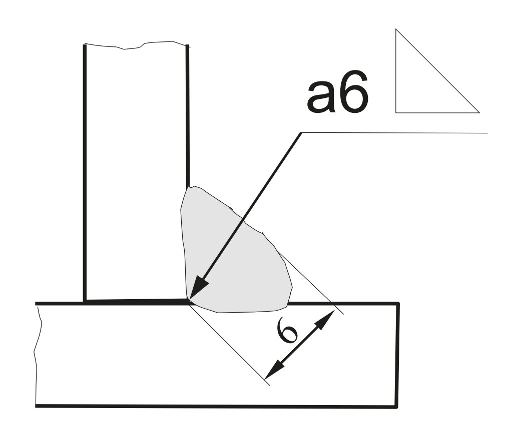
- Para cordones de juntas a tope se usa la *Profundidad de penetración* (s)

Si no se indica profundidad de penetración, se asume que es completa



- Para cordones de juntas en ángulo se usa el *Espesor de la garganta* (a), o la *Longitud del lado* (z)



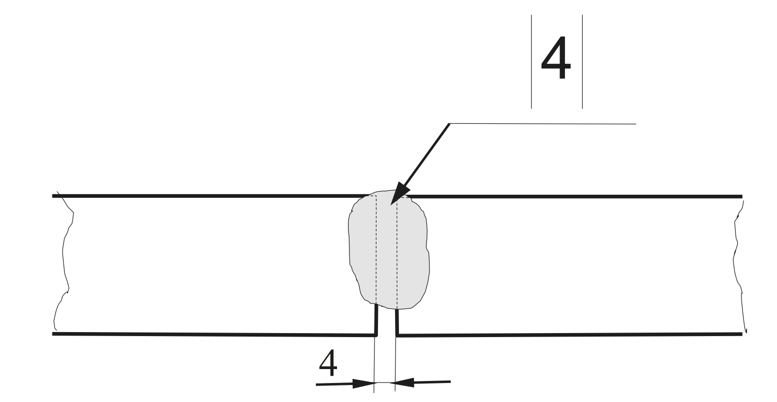


Uniones soldadas y pegadas: cordón

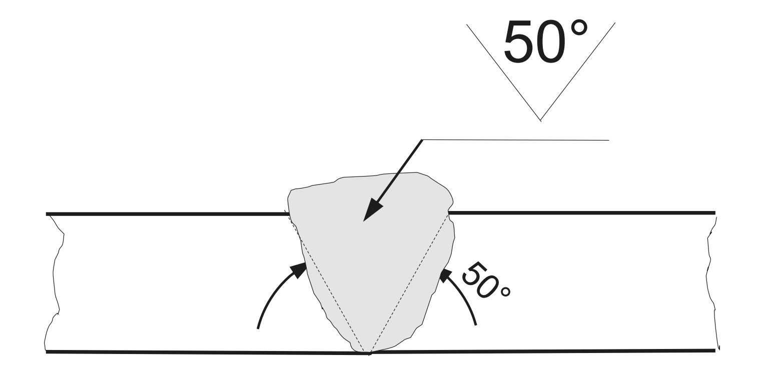
Algunos parámetros del tamaño del cordón se indican mediante etiquetas colocadas dentro de los propios símbolos de cordón:

- Para cordones de juntas a tope se puede indicar la separación (b)

Si no se indica profundidad de penetración, se asume que es completa



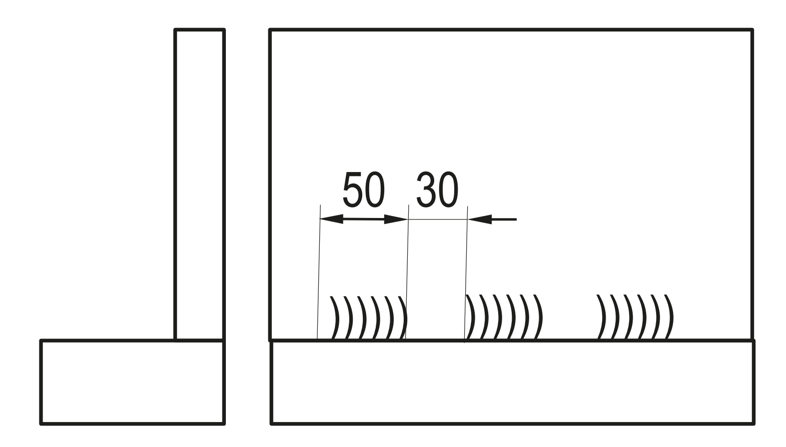
- Para cordones de juntas a tope en V se puede indicar el ángulo

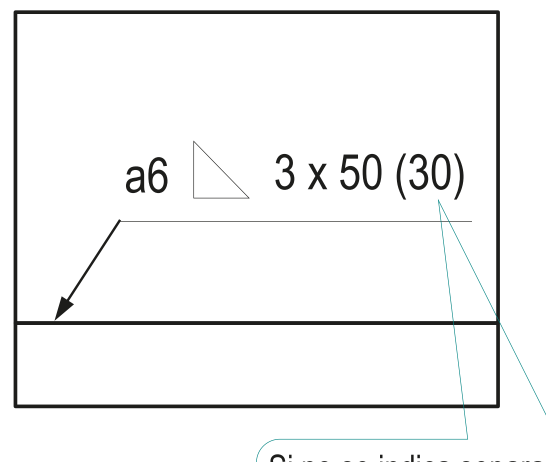


Uniones soldadas y pegadas: cordón

Por defecto, se asume que los cordones se extienden a lo largo de toda la junta

Cuando la posición del cordón es intermitente, se indica la longitud y la separación de cada tramo mediante una leyenda que sigue al símbolo…





Si no se indica separación, se asume que es uniforme a lo largo de toda la junta

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones soldadas y pegadas: preparación

Las piezas a unir pueden necesitar:

- Piezas complementarias de *refuerzo*
- Algún tipo de preparación, tal como la realización de un chaflán, rebordes, etc.

Estas indicaciones se pueden hacer por medio de dibujos de detalle, aunque, en ocasiones se realizan por medio de símbolos

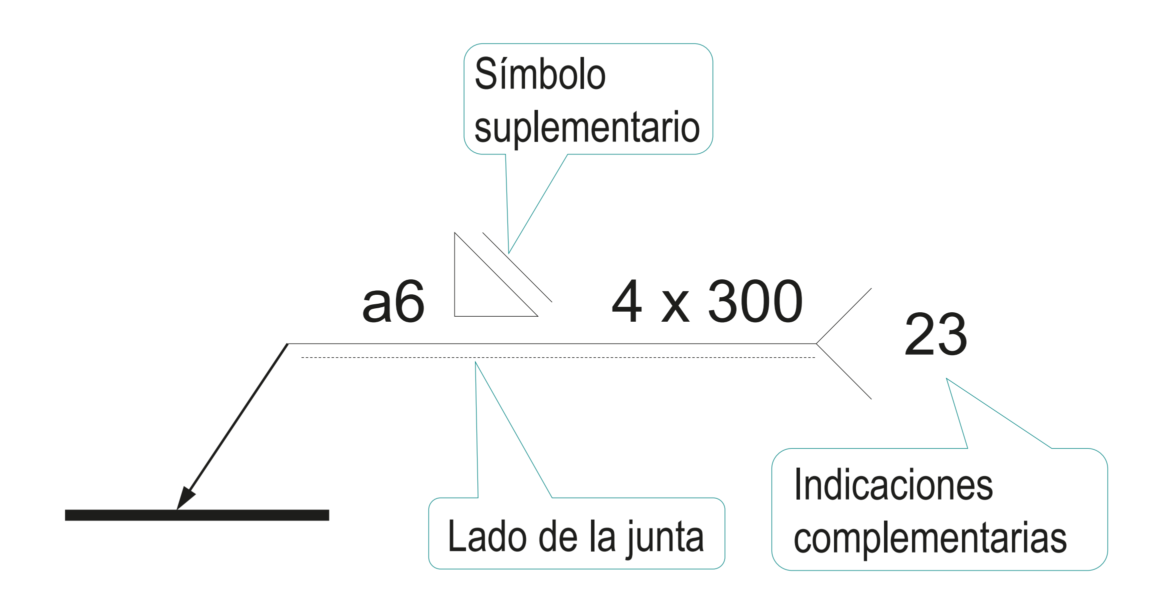
Por ejemplo, existen diferentes variantes del símbolo de *soldadura a tope*, que indican el tipo de preparación que requieren las juntas

ACABADOS DE SOLDADURA A TOPE	DIBUJO	SÍMBOLO
Bordes rectos		
V simple		
U simple		
J simple		

Uniones soldadas y pegadas: complementos

La representación simbólica puede contener símbolos y leyendas complementarios:

- Indicación del lado de la junta
- Símbolos suplementarios
- Indicaciones complementarias



ISBN: 978-84-18951-43-5

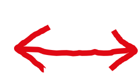
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

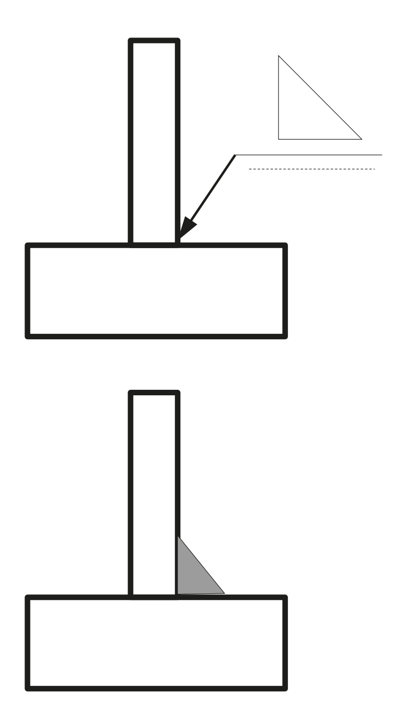
Uniones soldadas y pegadas: complementos

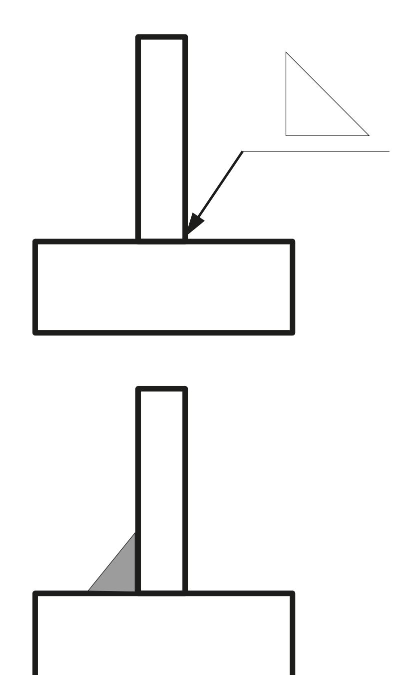
La norma UNE-EN ISO 2553:2020 acepta dos sistemas para indicar el lado de la soldadura:

En el sistema A se debe añadir una línea de trazo paralela a la línea de referencia



En el sistema B NO se debe añadir una línea de trazo paralela a la línea de referencia





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

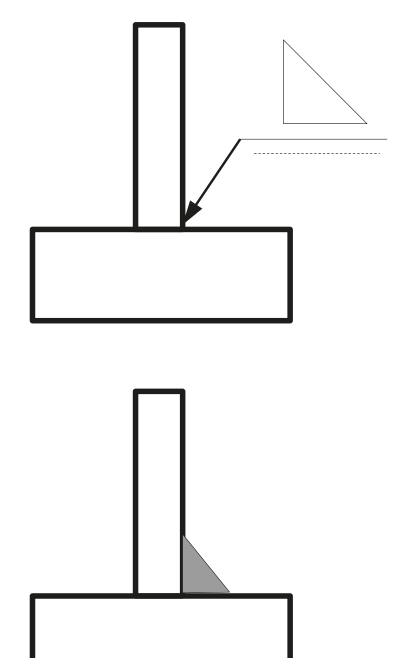
Uniones soldadas y pegadas: complementos

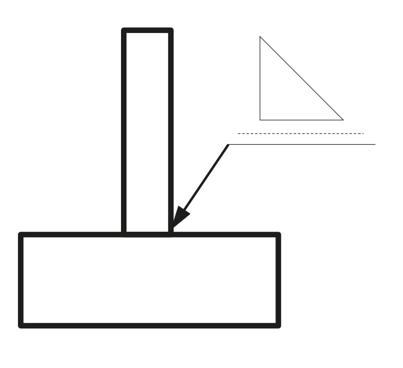
En el sistema A:

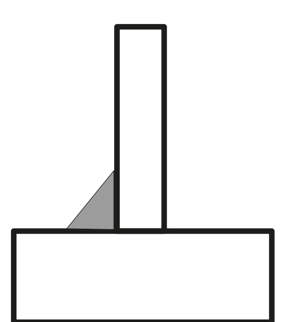
Si el símbolo está en el lado de la línea continua, el cordón se pone en el lado de la flecha



Si el símbolo está en el lado de la línea de trazos, el cordón se pone en el lado contrario a la flecha







ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

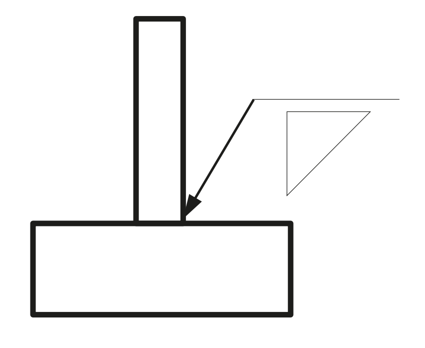
Uniones soldadas y pegadas: complementos

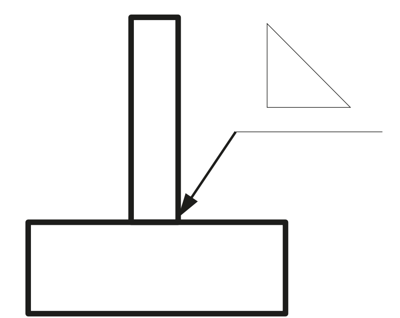
En el sistema B:

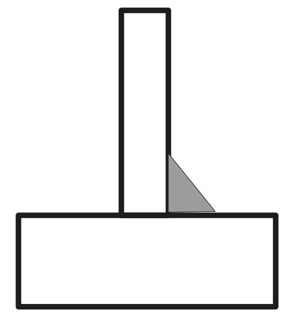
Si el símbolo está abajo, el cordón se pone en el lado de la flecha

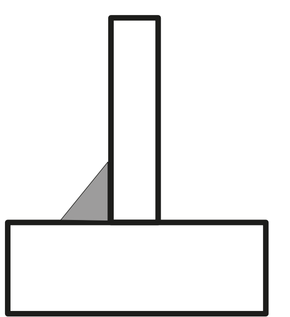


Si el símbolo está arriba, el cordón se pone en el lado contrario a la flecha



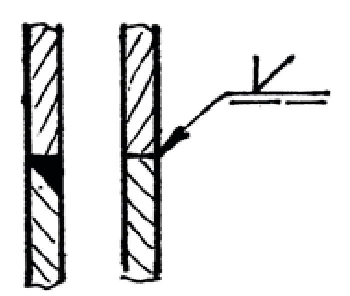
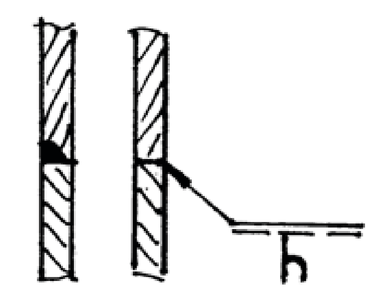


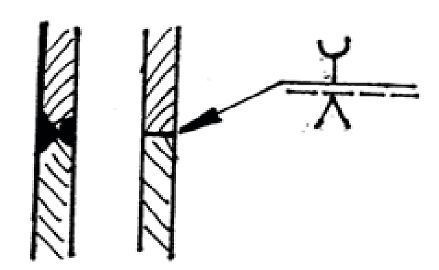
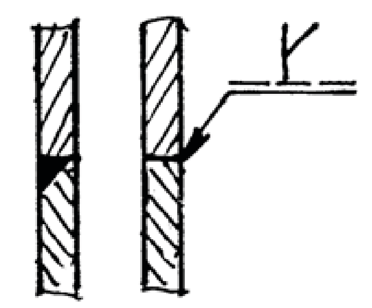
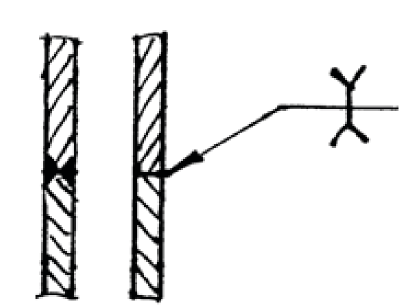
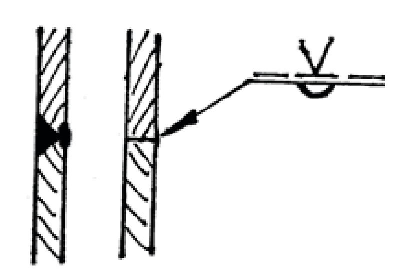




Uniones soldadas y pegadas: complementos

Los siguientes ejemplos muestran diferentes tipos de soldaduras a tope, mediante sus representaciones gráficas y simbólicas

Uniones soldadas y pegadas: complementos

Introducción

Soldadura

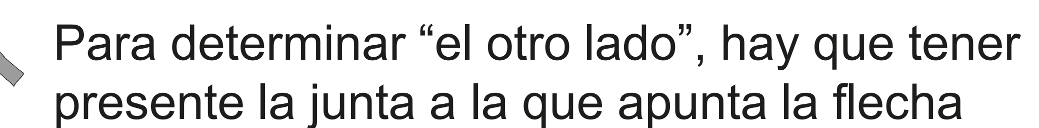
Juntas

Cordón

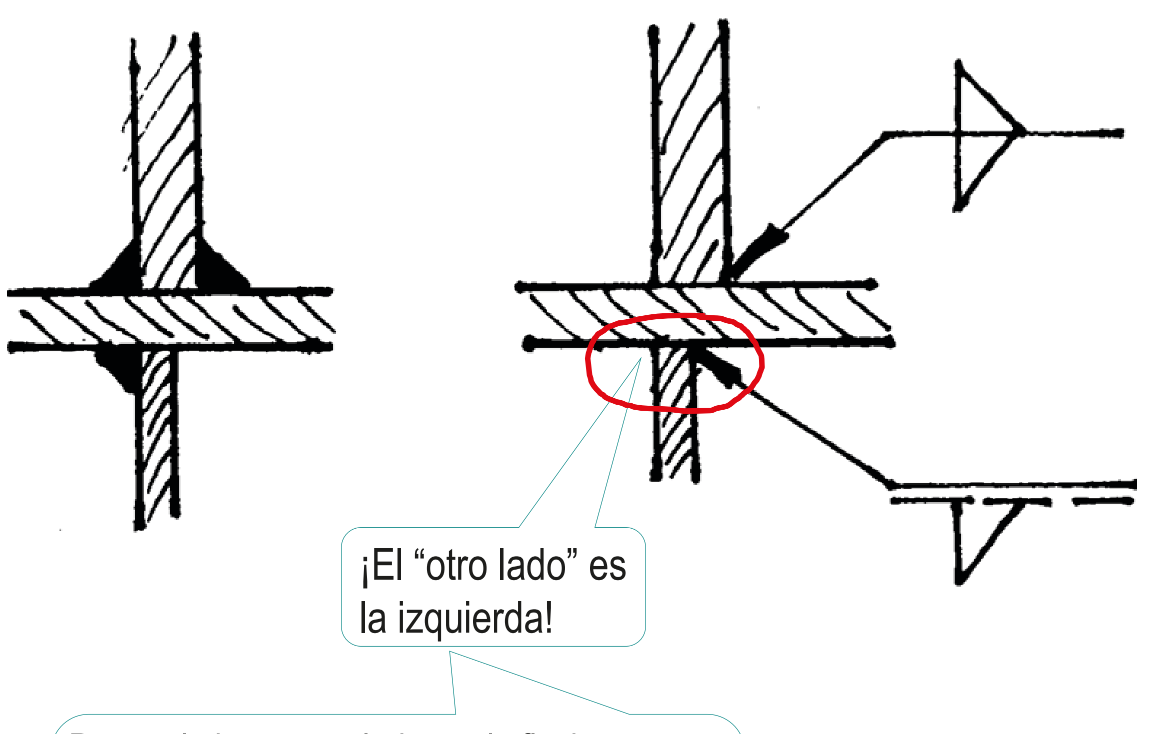
Preparación

Complementos

Moldeo



Para determinar "el otro lado", hay que tener presente la junta a la que apunta la flecha



Porque la junta señalada por la flecha sólo tiene derecha e izquierda…

…las dos esquinas de arriba pertenecen a *otra* junta

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones soldadas y pegadas: complementos

Algunos símbolos suplementarios son:

Designación	Símbolo	Ejemplo	Representación
A paño (acabado plano)			
Convexa			
Cóncava			

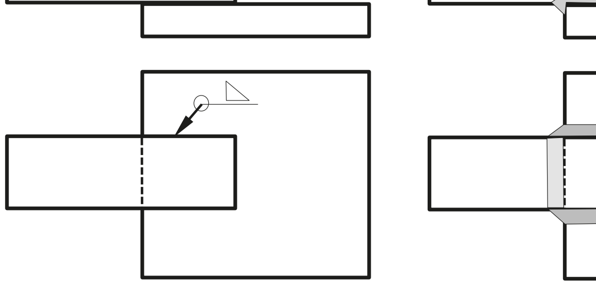
La tabla completa de símbolos suplementarios se puede encontrar en el apartado 4.5 de UNE-EN ISO 2553:2020

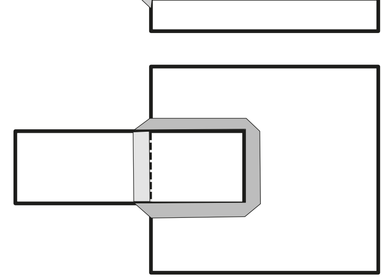
Uniones soldadas y pegadas: complementos

Introducción
Soldadura
Juntas
Cordón
Preparación
Complementos
Moldeo

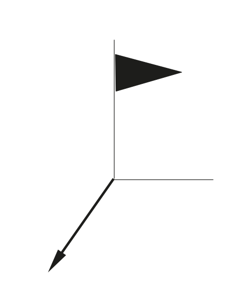
Los tres tipos principales de indicaciones complementarias son:

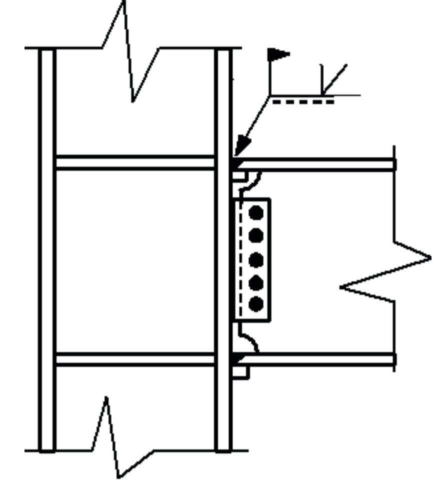
- Soldadura perimetral, o todo alrededor



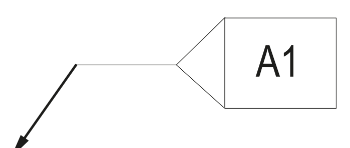


- Soldadura durante el montaje (en campo)





- Indicaciones complementarias del proceso



No se permite que el adhesivo aparezca sobre los bordes

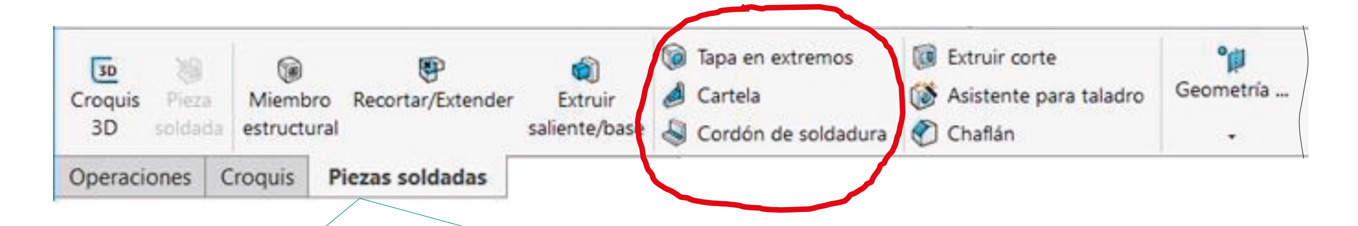
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones soldadas y pegadas

Las aplicaciones CAD mecánicas suelen tener módulos específicos que ayudan a representar soldaduras

El módulo de piezas soldadas de SolidWorks © está diseñado para modelar estructuras de barras, pero también permite representar soldaduras

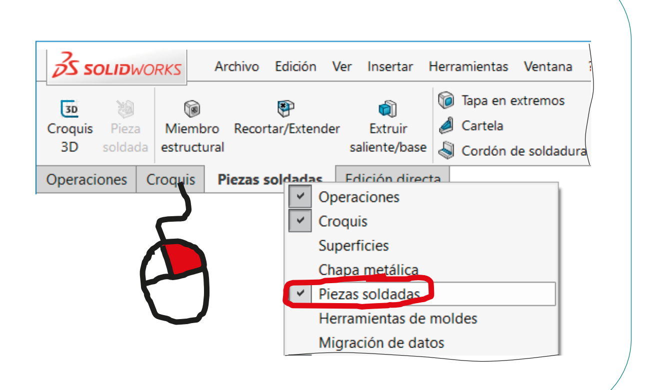


El módulo se puede activar desde la propia cinta de menú:

√ Coloque el cursor sobre alguna de las pestañas de la cinta de menú

√ Pulse el botón derecho, para obtener el menú contextual

√ Seleccione *Piezas soldadas*



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones por moldeo y armado

Introducción

Soldadura

Moldeo

Las uniones no desmontables por moldeo o armado son aquellas en las que un elemento sirve como aglutinador de un subconjunto de piezas al tiempo que realiza una función propia

El elemento aglutinador se moldea haciendo recargas o coladas del material de dicho elemento sobre ciertas superficies de las piezas a unir

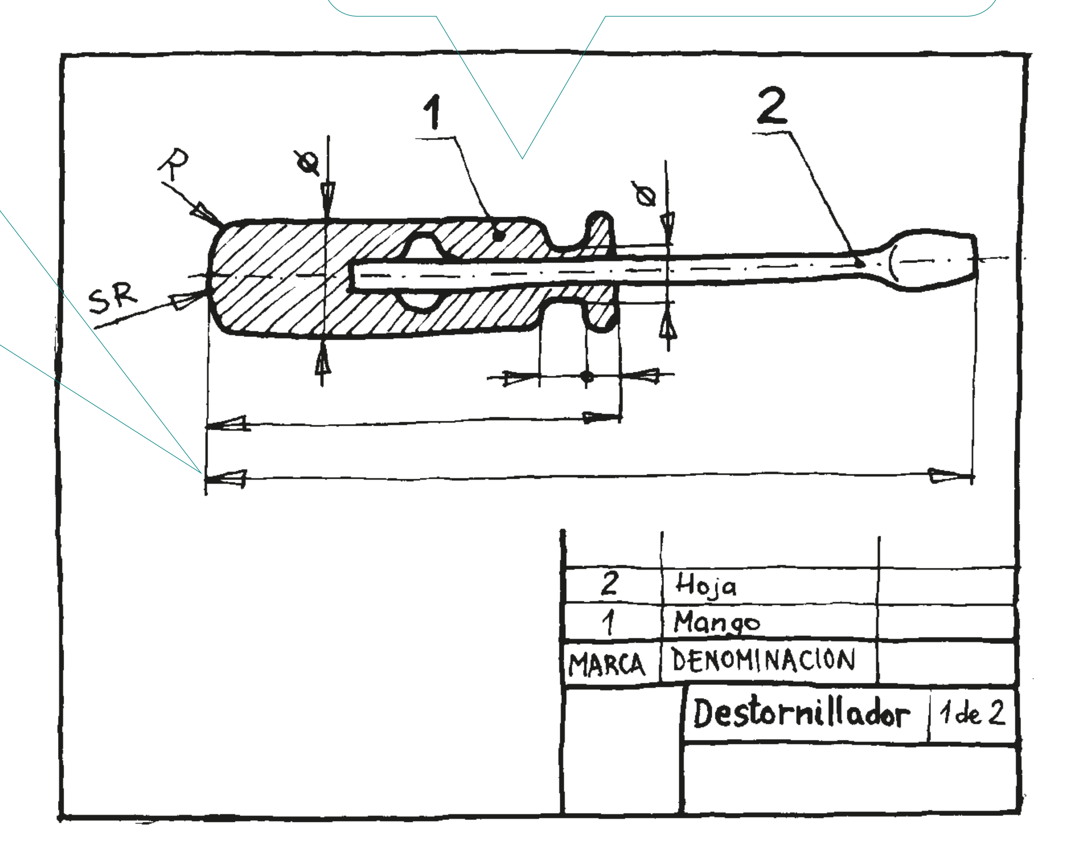
La representación de subconjuntos unidos por armado se hace por medio del dibujo de conjunto y de los correspondientes dibujos de detalle o despiece

No obstante, existen ciertas particularidades que es conveniente detallar

Uniones por moldeo y armado

En el dibujo de conjunto se suele indicar la posición de los elementos aglutinados respecto al elemento aglutinador

La pieza aglutinadora se puede dar en el propio dibujo de conjunto



ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

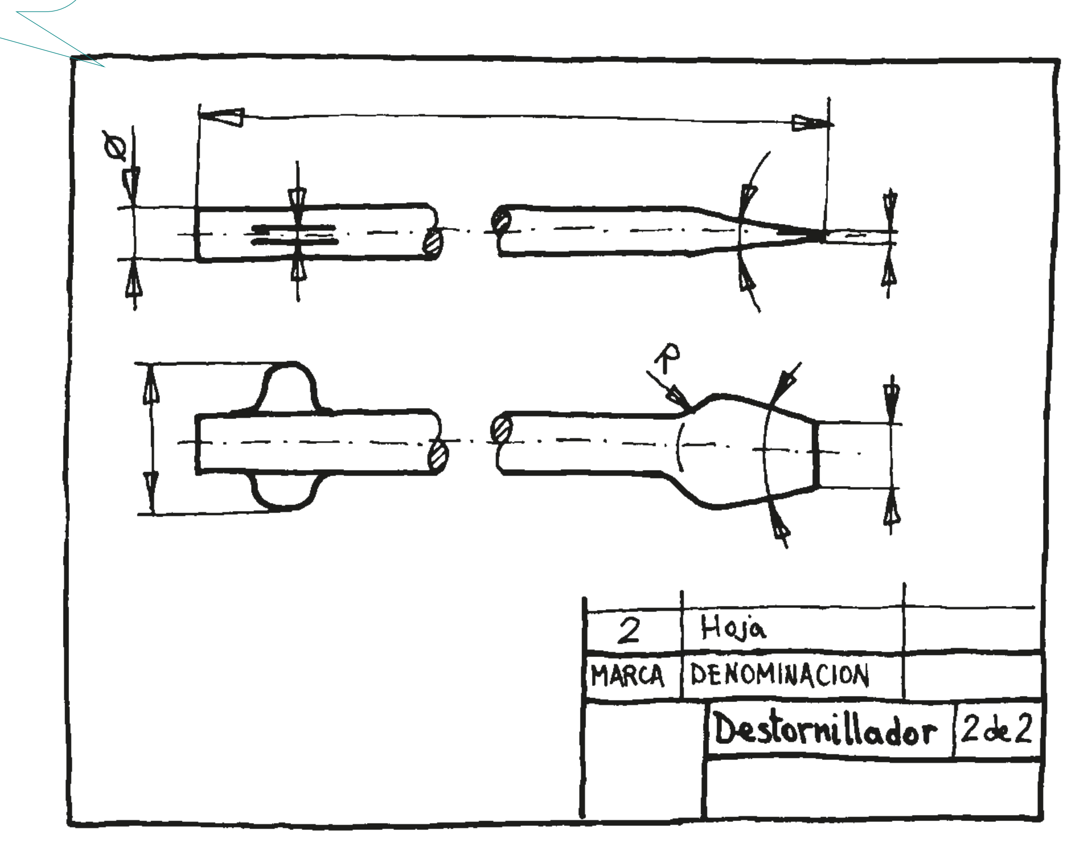
Uniones por moldeo y armado

Introducción

Soldadura

Moldeo

La especificación del resto de piezas se realiza del modo habitual



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

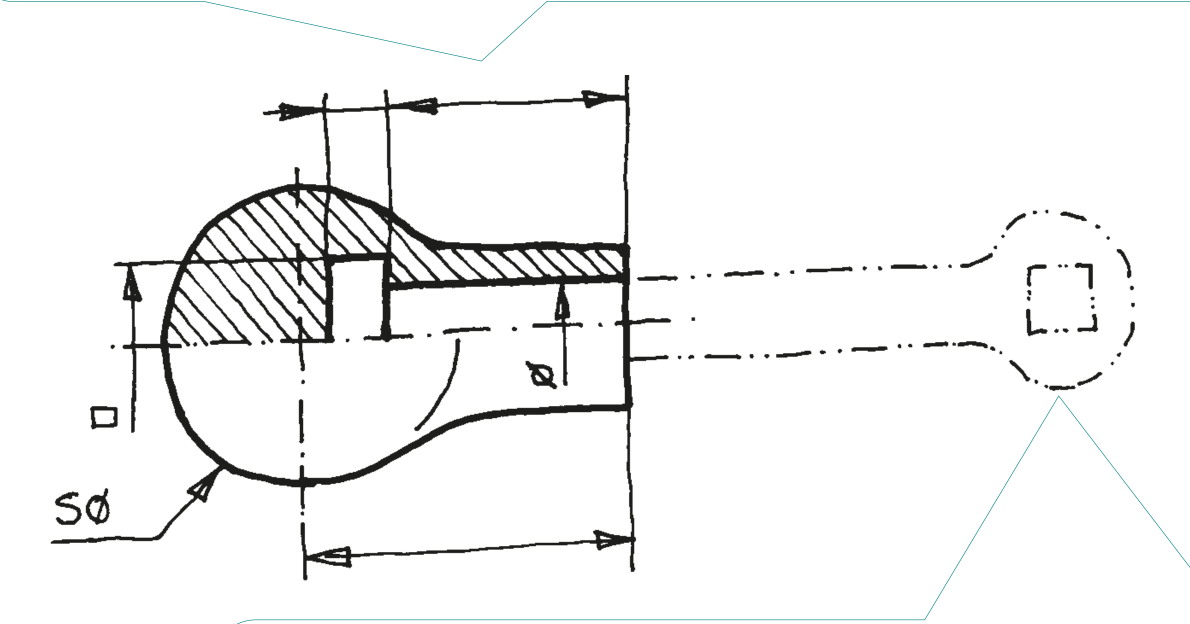
Uniones por moldeo y armado

Introducción

Soldadura

Moldeo

La forma y dimensiones del elemento aglutinador (así como cualquier información relativa a su proceso de fabricación) puede representarse en un dibujo de despiece especial



En dicho dibujo de despiece especial, los huecos para el alojamiento de las piezas aglutinadas sólo se representan si se considera necesario. En tal caso, se emplea la simbología de "partes contiguas" (5.1 de UNE 1-032-82)

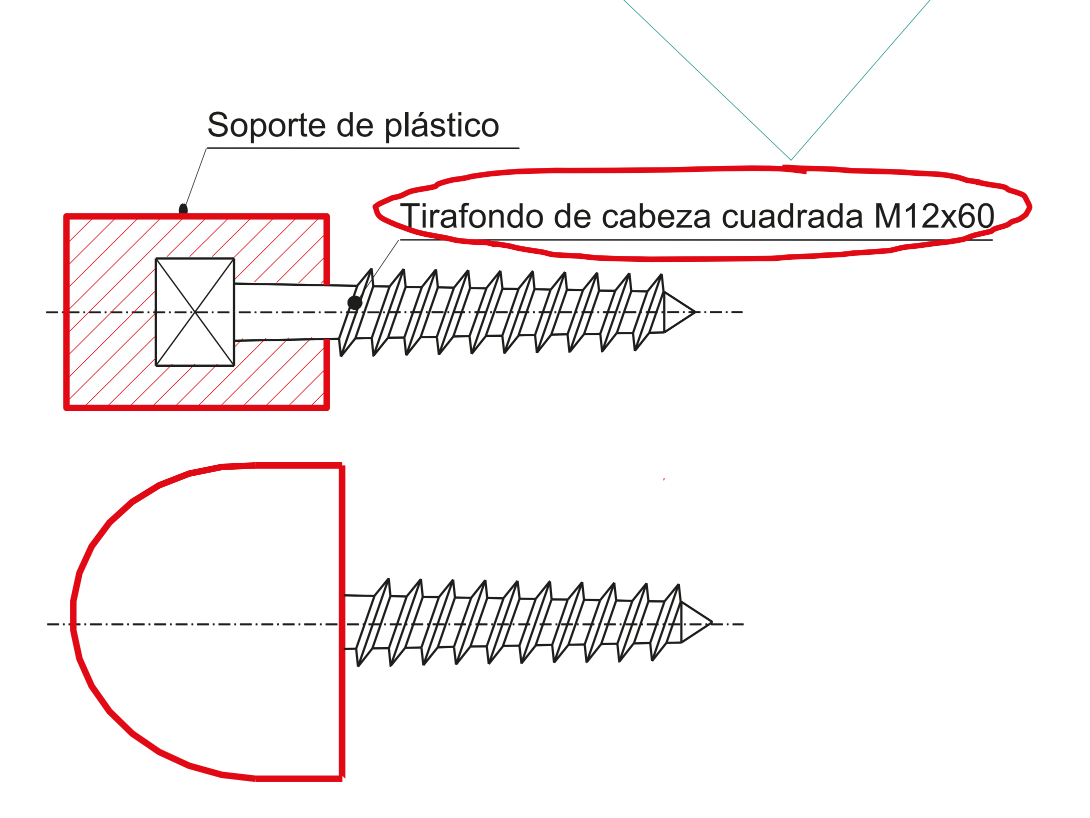
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Uniones por moldeo y armado

Si alguno de los elementos aglutinados está estandarizado, se especifica en la lista de piezas (o con una leyenda) y no se incluye su despiece



Uniones por moldeo y armado

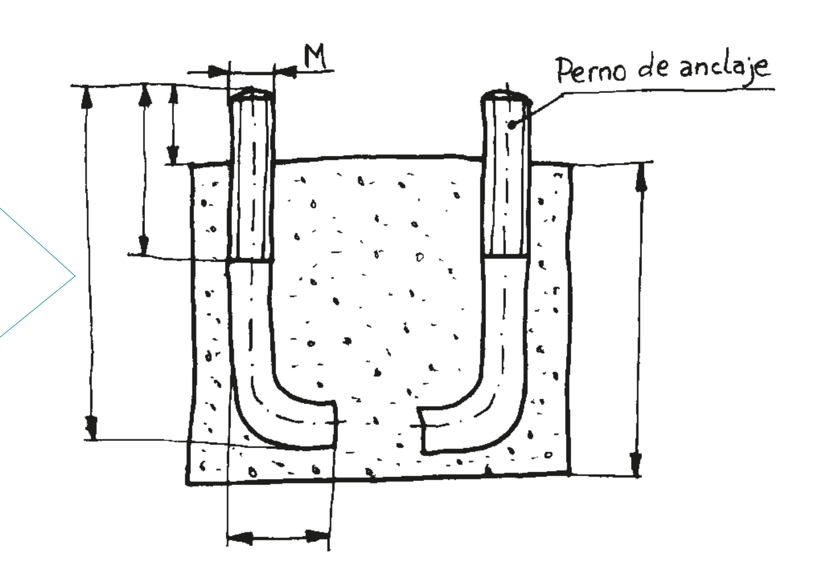
Introducción

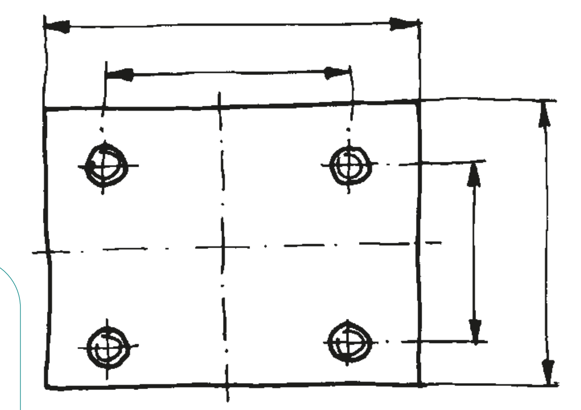
Soldadura

Moldeo

Opcionalmente, si no hay mucha densidad de información, la forma y dimensiones de los elementos aglutinados se especifica también en el dibujo de conjunto

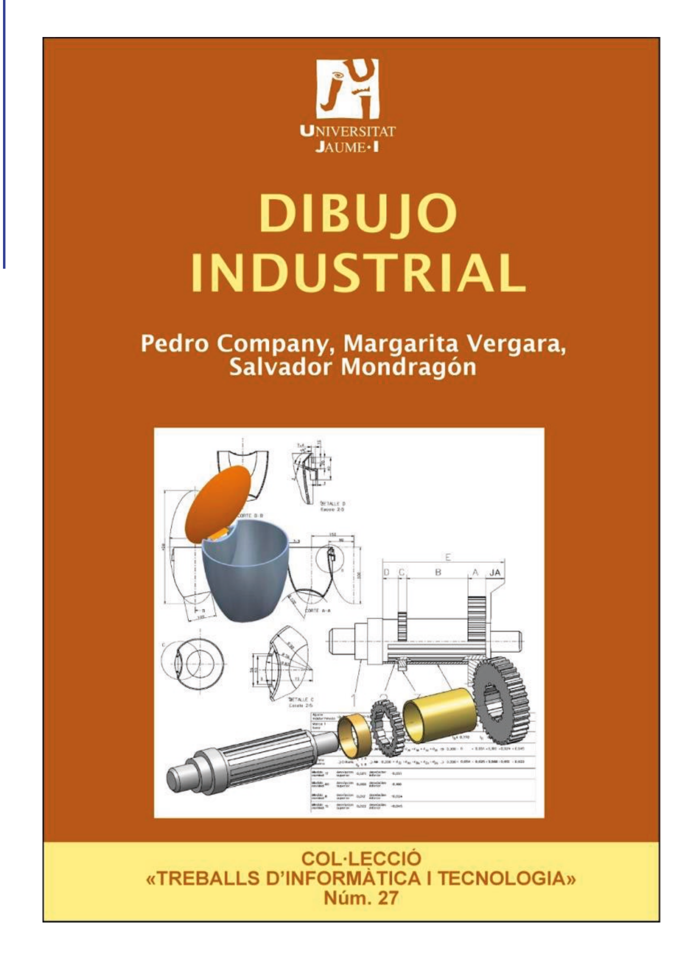
Un caso típico es el de los dibujos de construcción de hormigón armado



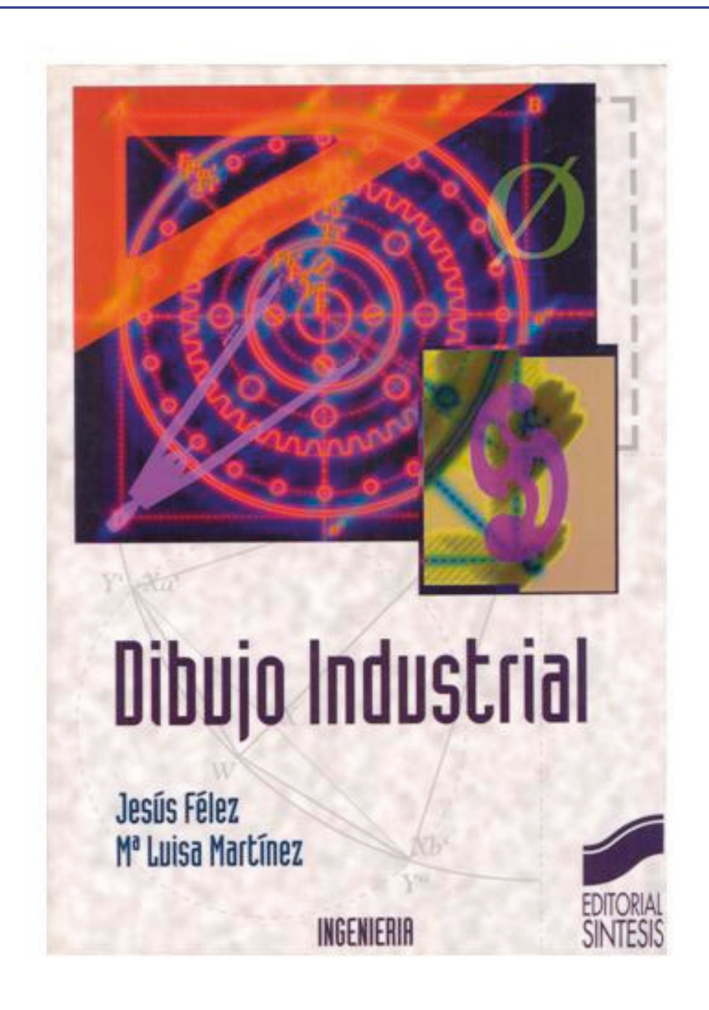


Se observa cómo el dibujo de conjunto es suficiente para indicar la posición de los elementos aglutinados (pernos de anclaje), la forma y dimensiones del elemento aglutinador (hormigón) y la forma y dimensiones de los elementos aglutinados

Para repasar



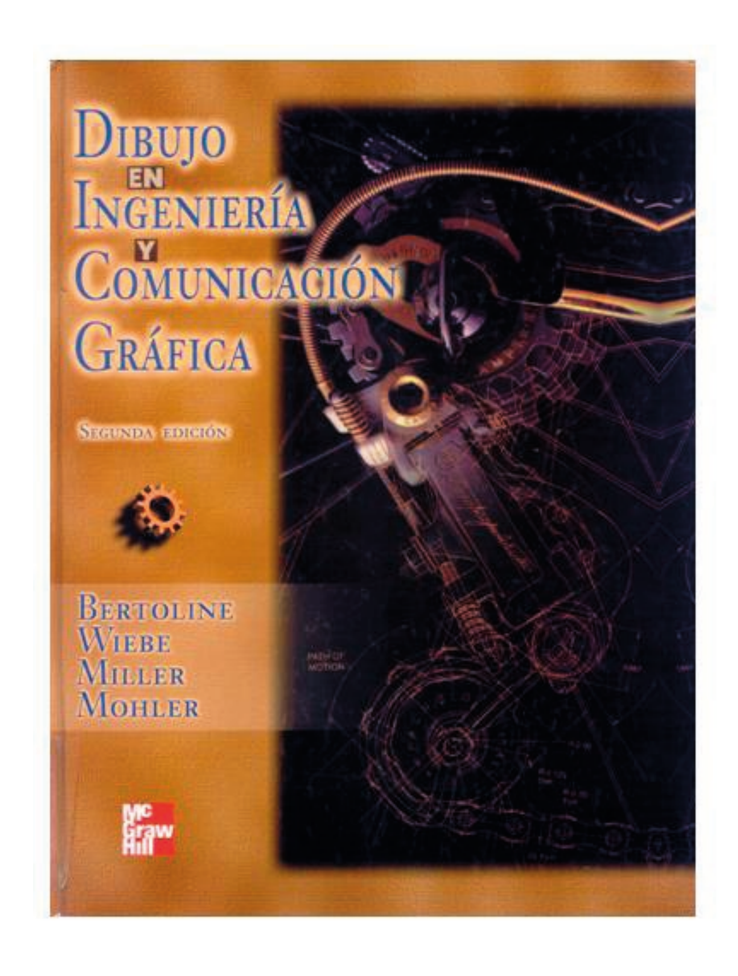
Capítulo 2.2: Procedimientos de ensamblaje convencionales

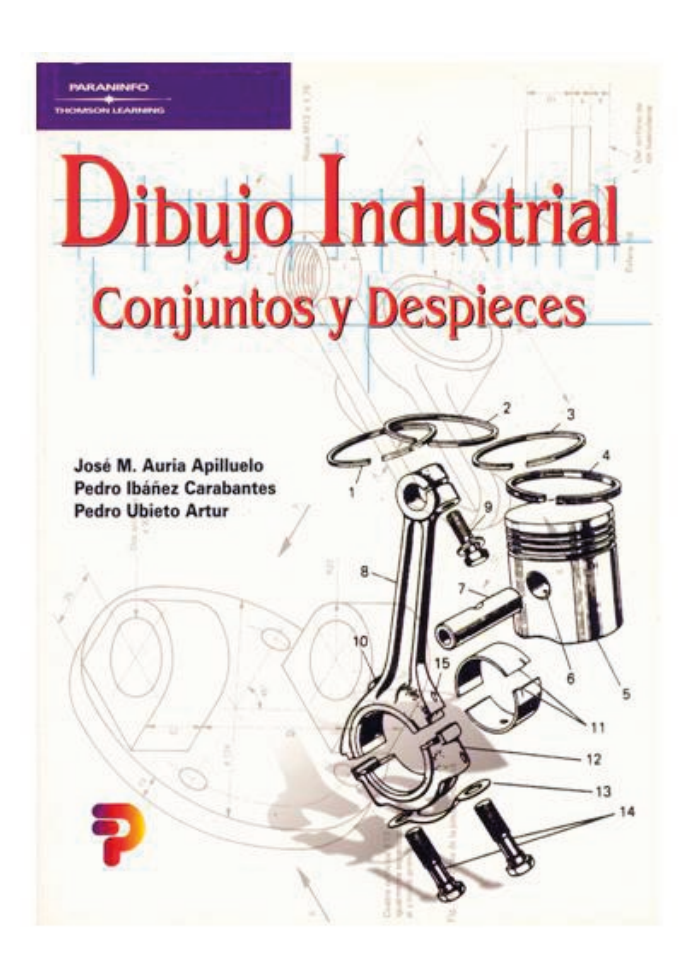


Capítulo 13: Soldadura

Para saber más

Cualquier buen libro de Dibujo Industrial





Para saber más

¡Las normas españolas!

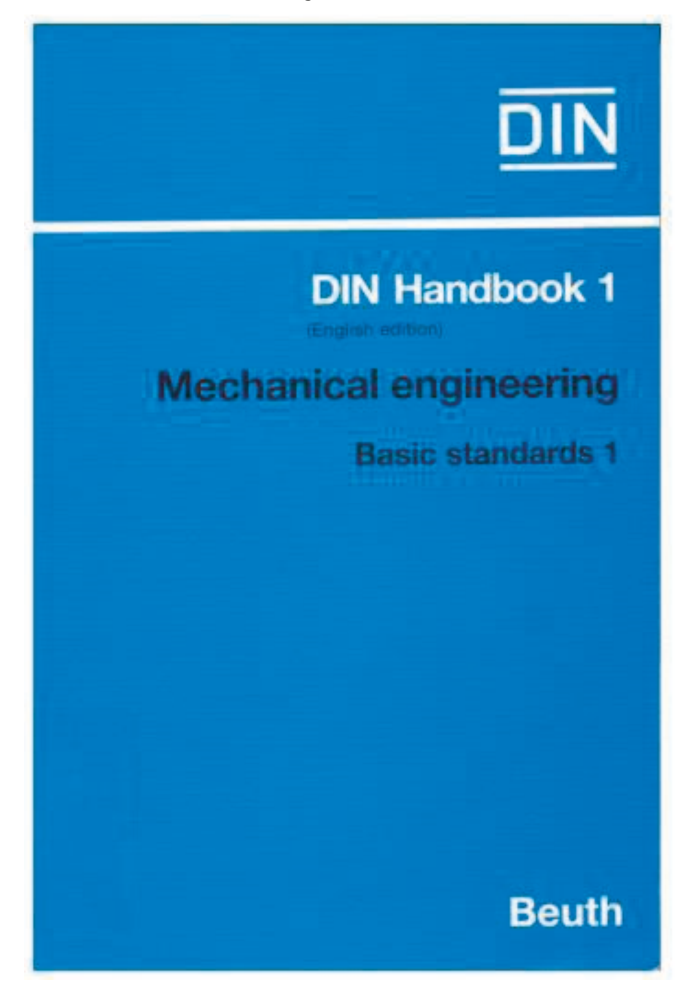


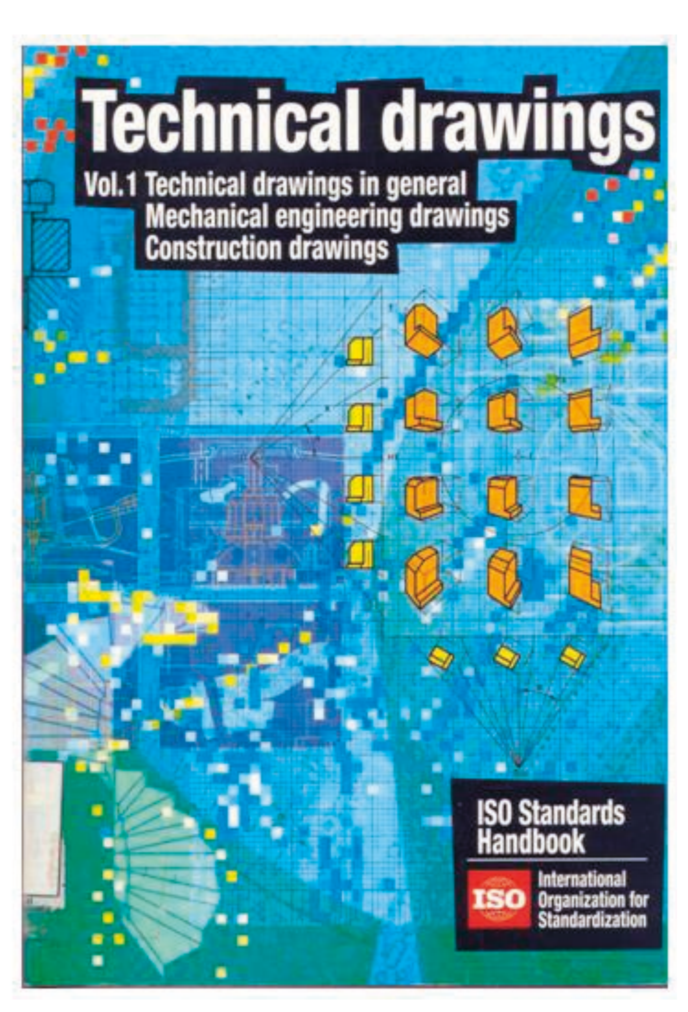
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Para saber más

¡Las normas extranjeras!





Ejercicio 4.2.1. Maneta

Tarea

- **Tarea**
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones
- Evaluación

En la figura se muestra un subconjunto de maneta de accionamiento de un mando de una máquina herramienta

Se muestra también una parte de la palanca sobre la que se rosca la maneta

El subconjunto consta de dos piezas:

- El eje (marca 1)
- El casquillo (marca 2)

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Tareas:

A Obtenga los modelos sólidos de ambas piezas

B Obtenga los dibujos de diseño de ambas piezas

C Sobre los dibujos anteriores, indique los criterios de fabricación especificados que se han determinado durante el diseño del producto:

- √ El montaje del subconjunto se realiza mediante una operación de remachado del extremo del eje, tras colocar el casquillo, es decir, se trata de una operación de remachar después del montaje
- √ La superficie cilíndrica exterior del casquillo tiene un moleteado (de tipo RAA 0,8 90°) para facilitar el agarre con la mano

Estrategia

La estrategia consta de cuatro pasos:

1 Obtenga los modelos sólidos a partir de los datos de los dibujos de diseño

2 Extraiga los dibujos de diseño a partir de los modelos sólidos

3 Analice las indicaciones de fabricación especificadas en el enunciado para elegir los símbolos a añadir al modelo

El análisis es sencillo: puesto que se trata de indicaciones de fabricación, hay que utilizar el símbolo

4 Añada las anotaciones a los dibujos

Aprovechando el editor de símbolos de *Acabado superficial*

Acabado superficial

ISBN: 978-84-18951-43-5

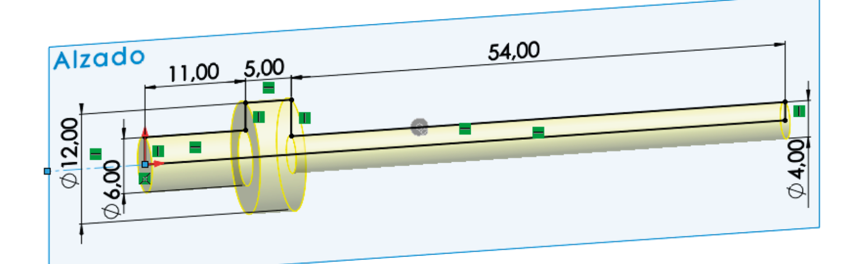
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

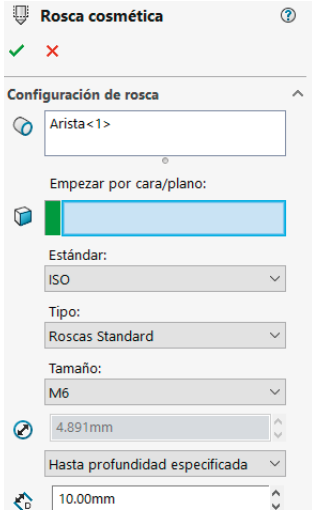
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Modele el eje:

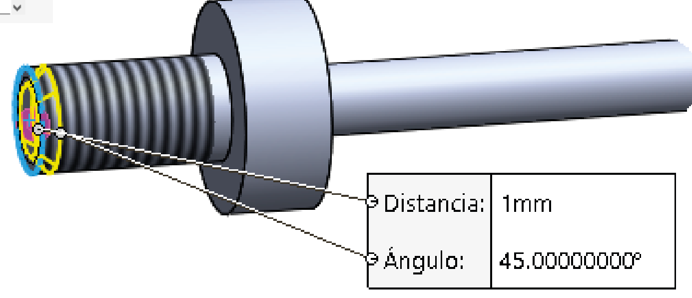
√ Dibuje el contorno del eje en el alzado, y aplique una revolución



√ Añada la rosca cosmética

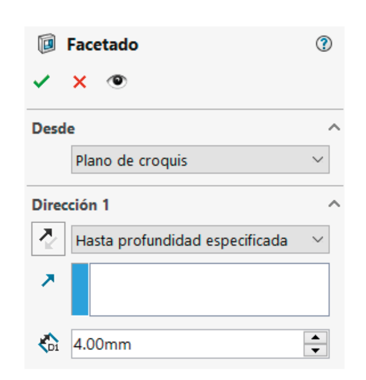


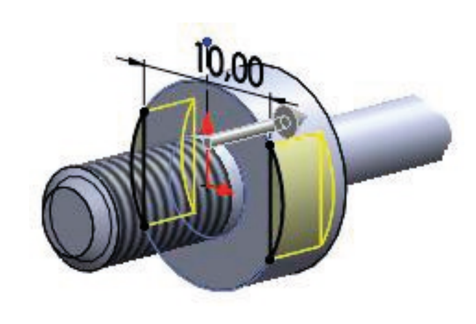
√ Añada el chaflán de la rosca



Ejecución: modelado

√ Utilice un croquis al vuelo sobre el escalón del eje para facetarlo, haciendo un corte extruido

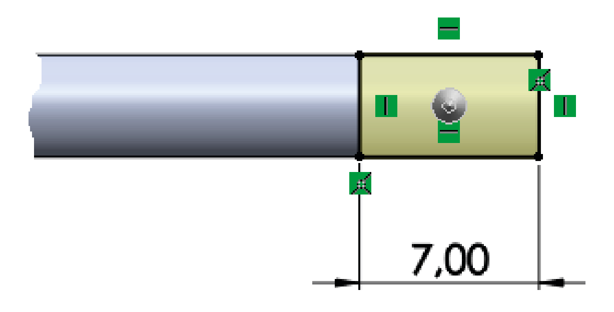




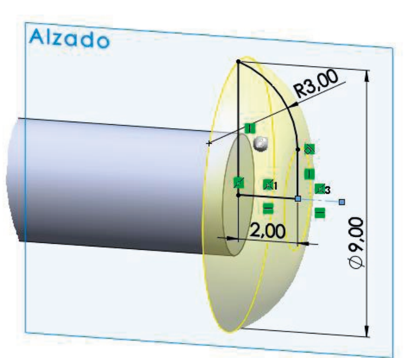
√ Simule el proceso de remachado

√ Elimine un tramo del extremo de la caña del eje

El modelo se podría hacer directamente remachado, pero así se puede obtener también la forma antes de remachar



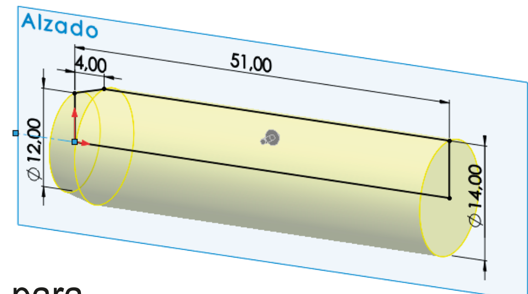
√ Inserte una cabeza remachada por revolución



Ejecución: modelado

Modele el casquillo:

√ Aplique una revolución al contorno dibujado en el alzado



√ Añada una textura cosmética para simular el moleteado:

√ Seleccione la cara

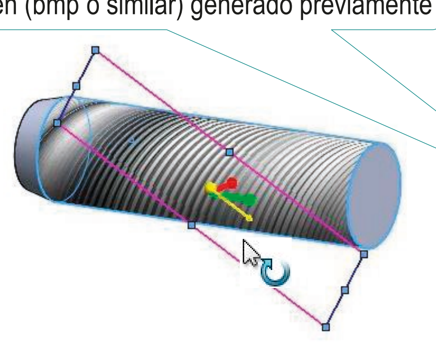
√ Seleccione *Apariencia* en el menú contextual

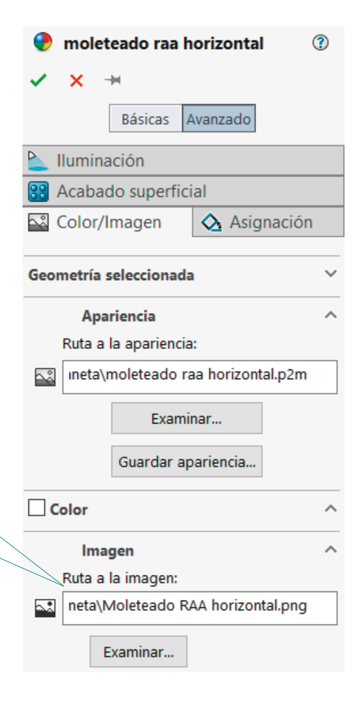
√ Seleccione *Avanzado*

√ Seleccione el fichero que contenga la apariencia deseada

Un fichero de imagen (bmp o similar) generado previamente

√ Use las asas de la imagen para seleccionar la orientación y el aspecto



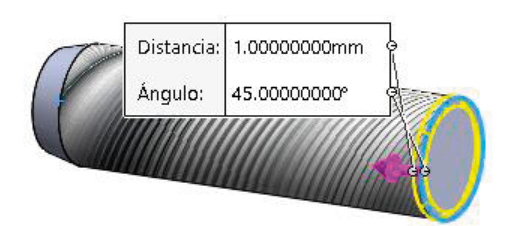


ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

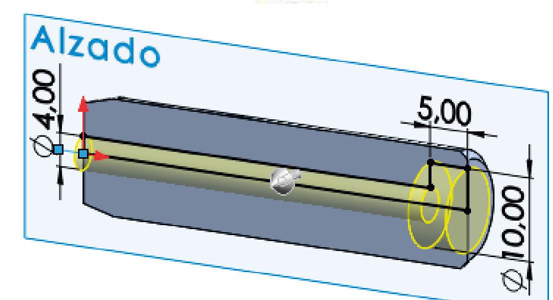
Ejecución: modelado

- Aplique un chaflán al borde exterior del cilindro

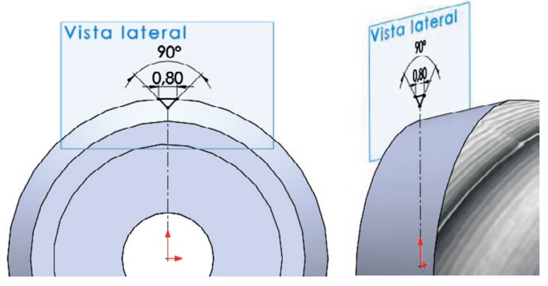


- Obtenga el agujero por revolución de un perfil dibujado en el alzado

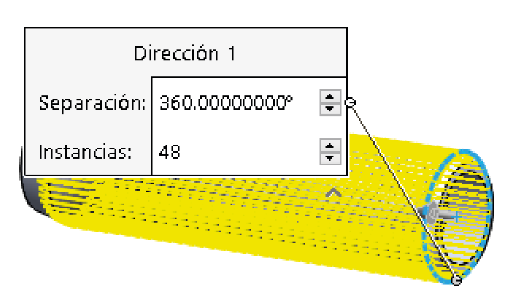
Alternativamente, aplique un taladro refrentado



- Obtenga el moleteado geométrico:
  - Obtenga la primera ranura por agujero extruido desde un perfil en la vista lateral



  - Aplique un patrón para repetir la ranura



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

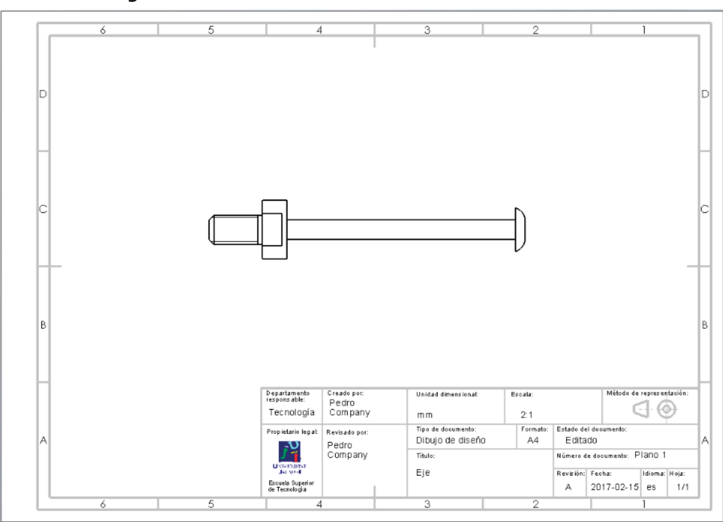
Obtenga el dibujo de diseño del eje:

- √ Empiece un dibujo nuevo en un formato A4 horizontal UJI

Ejercicio 3.1.2

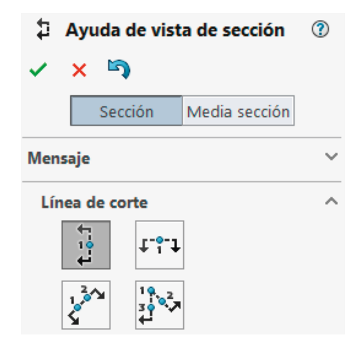
- √ Extraiga la vista en alzado del eje

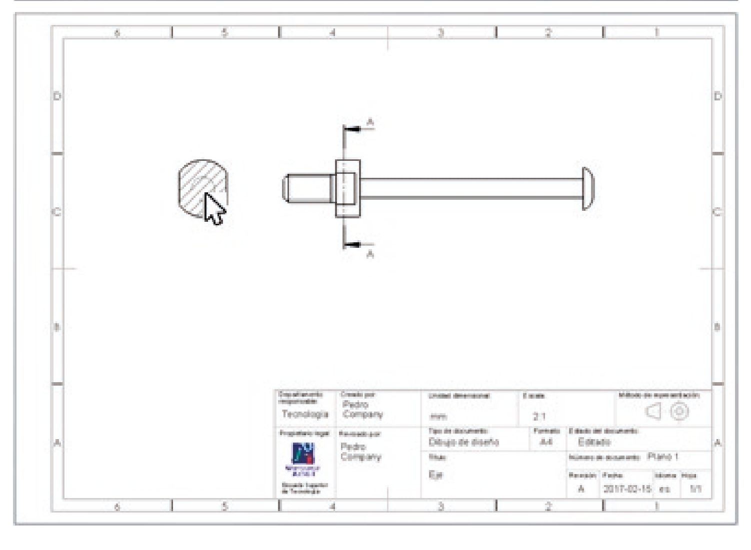




- √ Obtenga el perfil cortado





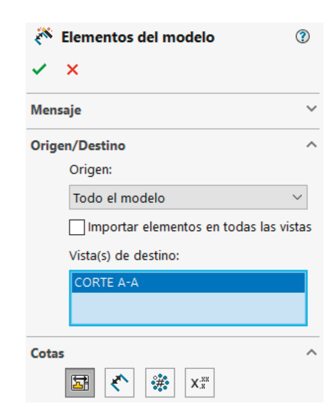


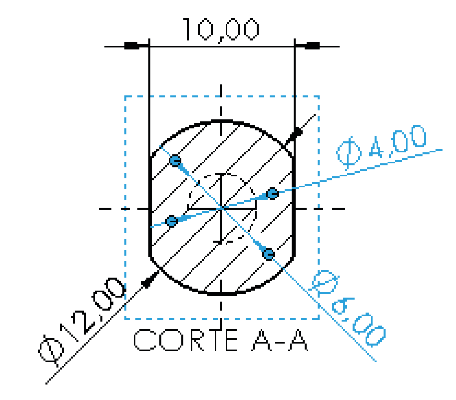
ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

√ Extraiga las cotas del modelo





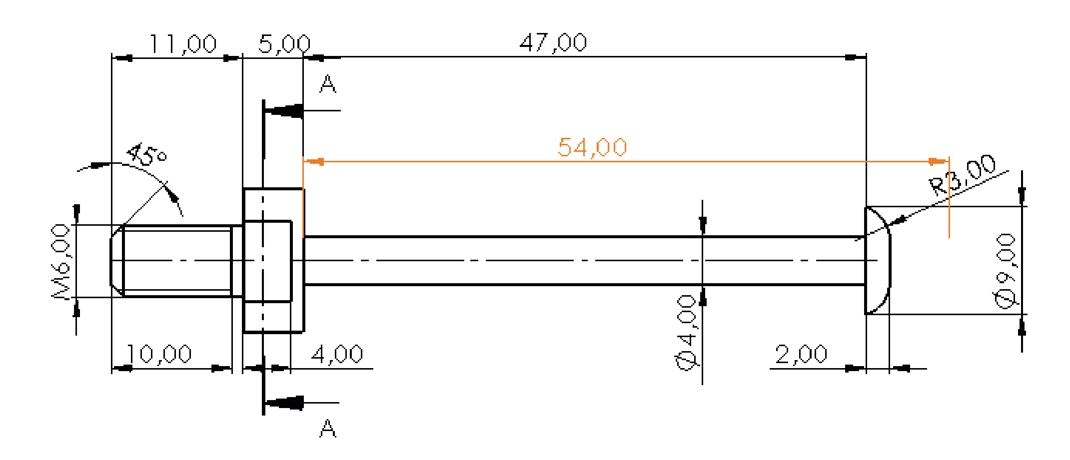


√ Extraiga primero las cotas de la vista cortada

√ Borre las cotas que no quiera conservar en la vista cortada

√ Extraiga el resto de cotas al alzado

√ Elimine o añada cotas hasta obtener la misma acotación del enunciado



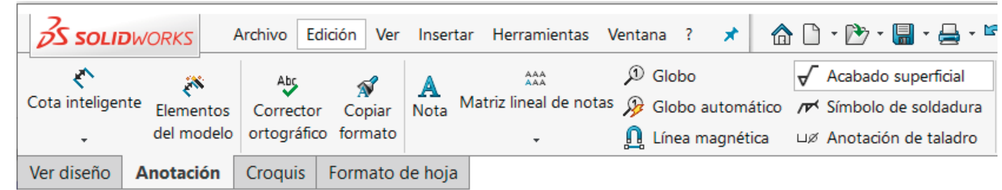
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

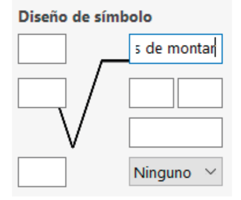
Añada la indicación de fabricación al dibujo de diseño del eje:

√ Active el menú de *Anotaciones*

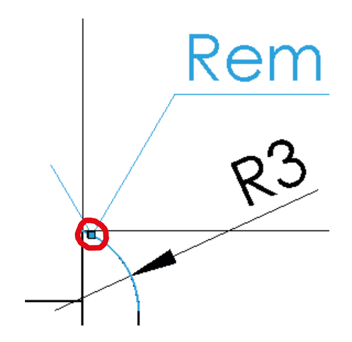


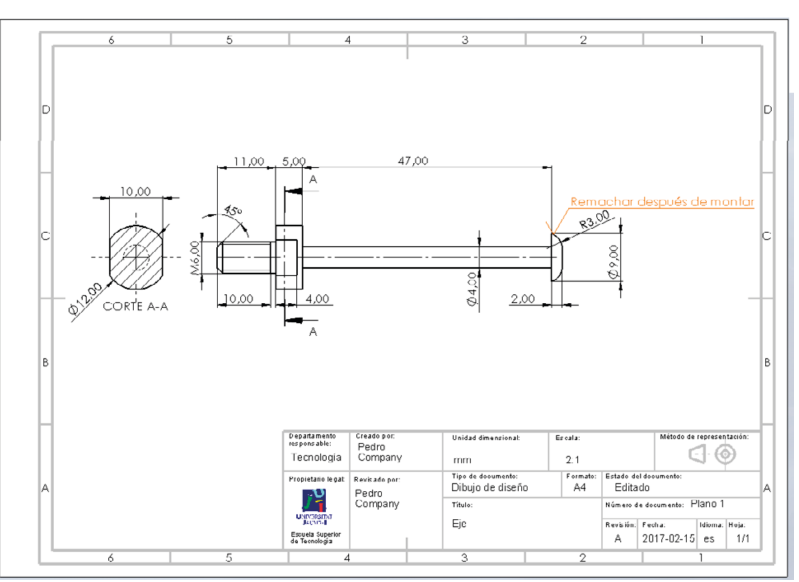
√ Seleccione la anotación de tipo *Acabado superficial*

√ Rellene el campo de la etiqueta del proceso de fabricación



√ Coloque la anotación en el dibujo, vinculando el punto de inserción a la curva de la cabeza remachada



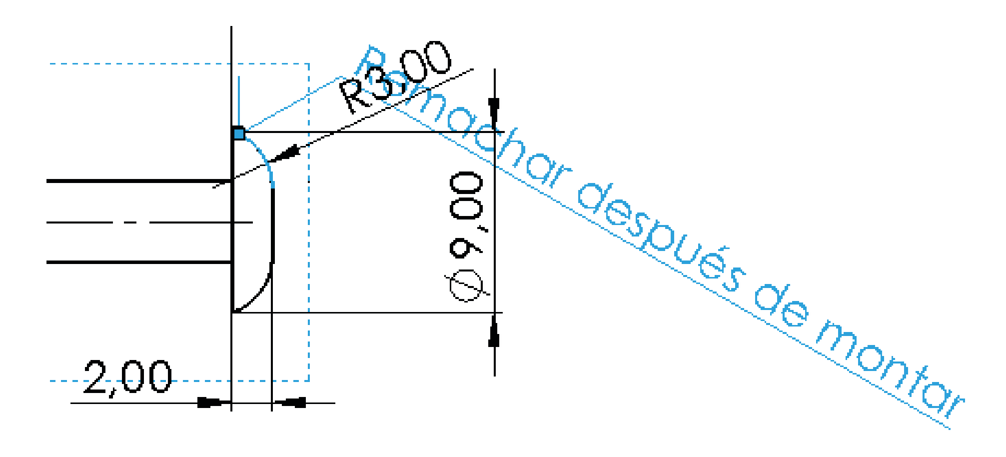


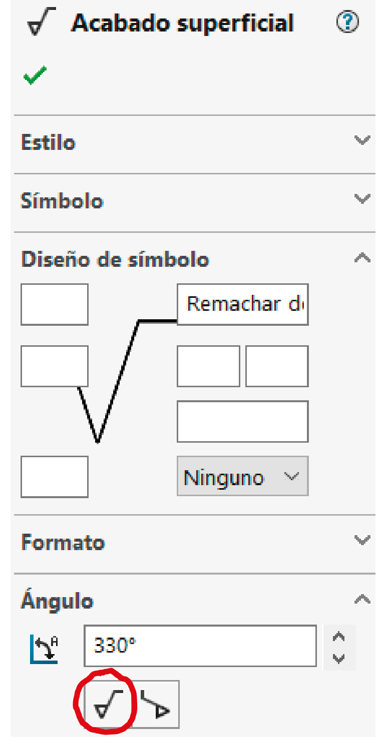
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184



El editor coloca automáticamente el símbolo perpendicular a la superficie en el punto de inserción





Pero se puede cambiar la orientación desde el editor del símbolo

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

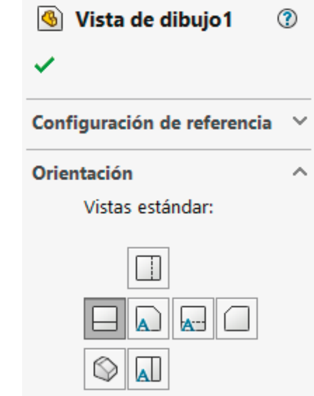
Obtenga el dibujo de diseño del casquillo:

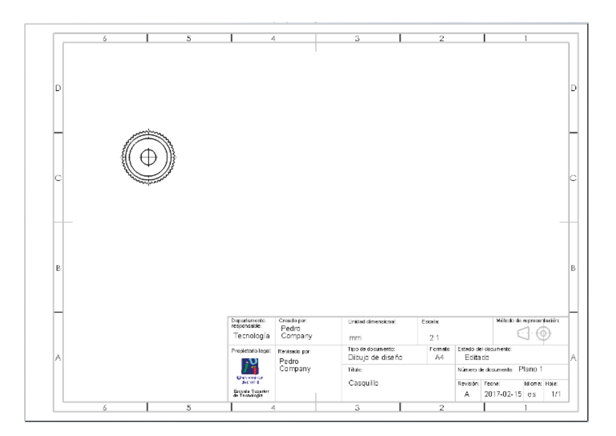
- Empiece un dibujo nuevo en un formato A4 horizontal UJI

  Ejercicio 3.1.2

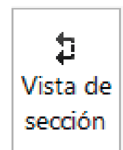
- Extraiga la vista en lateral del casquillo

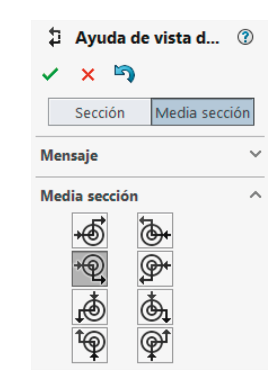


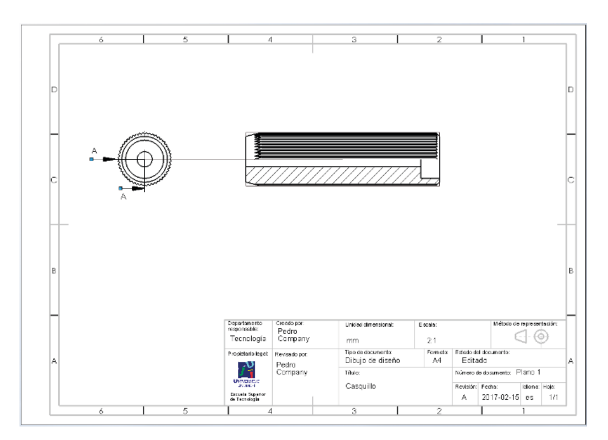




- Obtenga el alzado en semicorte







ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

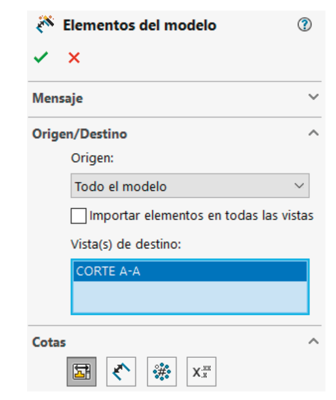
Evaluación

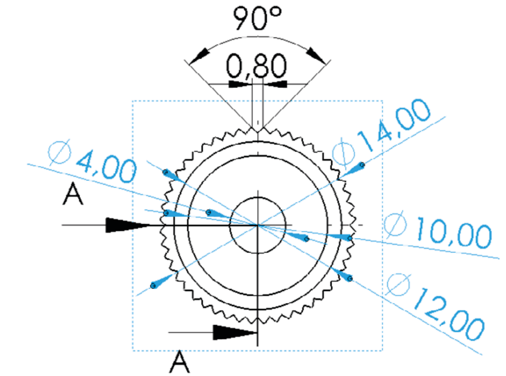
√ Extraiga las cotas del modelo



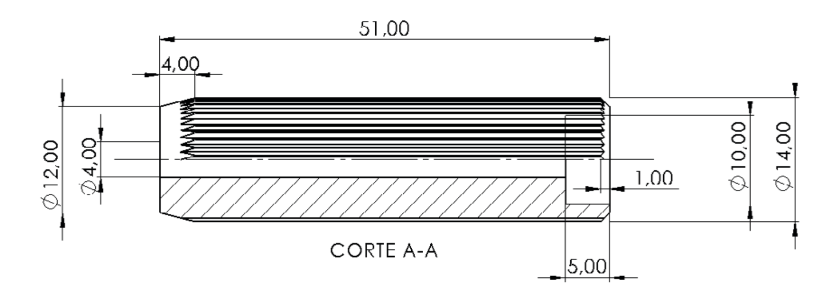
√ Extraiga primero las cotas de la vista lateral

√ Borre las cotas que no quiera conservar en la vista lateral

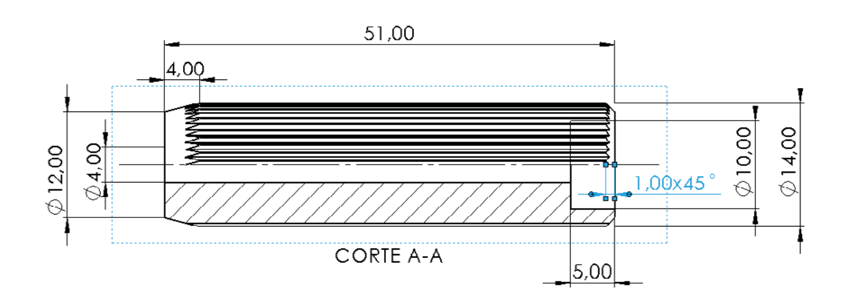




√ Extraiga el resto de cotas al alzado



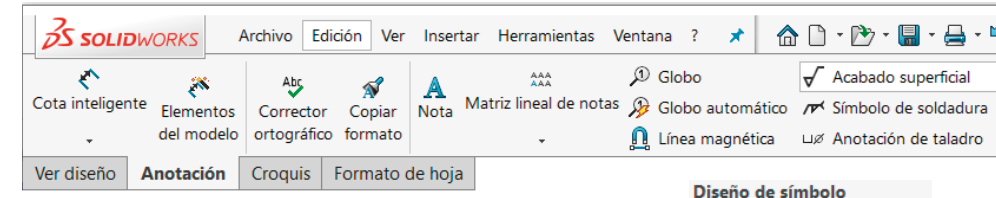
√ Elimine o añada cotas hasta obtener la misma acotación del enunciado



Ejecución: dibujos

Añada la indicación de fabricación al dibujo de diseño del casquillo:

√ Active el menú de *Anotaciones*



√ Seleccione la anotación de tipo *Acabado superficial*

√ Rellene el campo de la etiqueta del proceso de fabricación

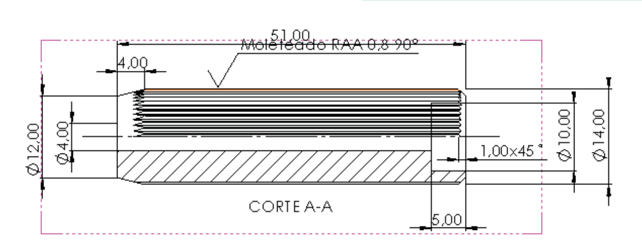
Diseño de símbolo

RAA 0,8 90°

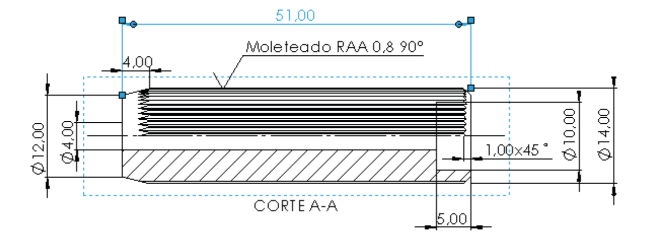
Ninguno

Puede "teclear el símbolo de grado como código ASCII (Alt 248)

√ Coloque la anotación en el dibujo, vinculando el punto de inserción al contorno del moleteado



√ Modifique el resto de notas, para que no se solapen

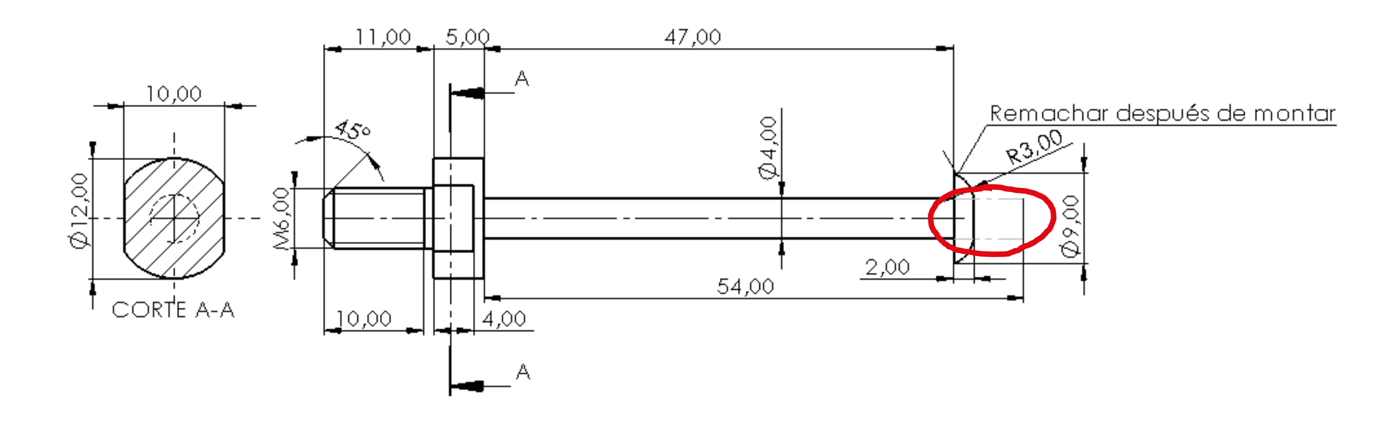


ISBN: 978-84-18951-43-5

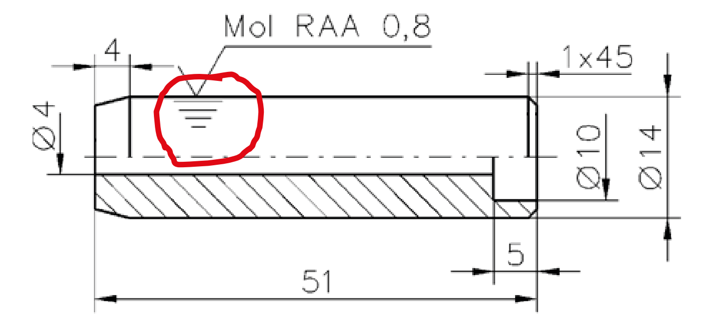
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

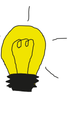
Observe que la presencia de la indicación de fabricación del eje hace conveniente añadirle geometría suplementaria:



En el caso del casquillo, hace conveniente eliminar la geometría del moleteado:



Ejecución: dibujos



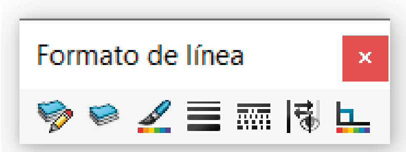
Puede completar el dibujo del eje mediante geometría suplementaria:

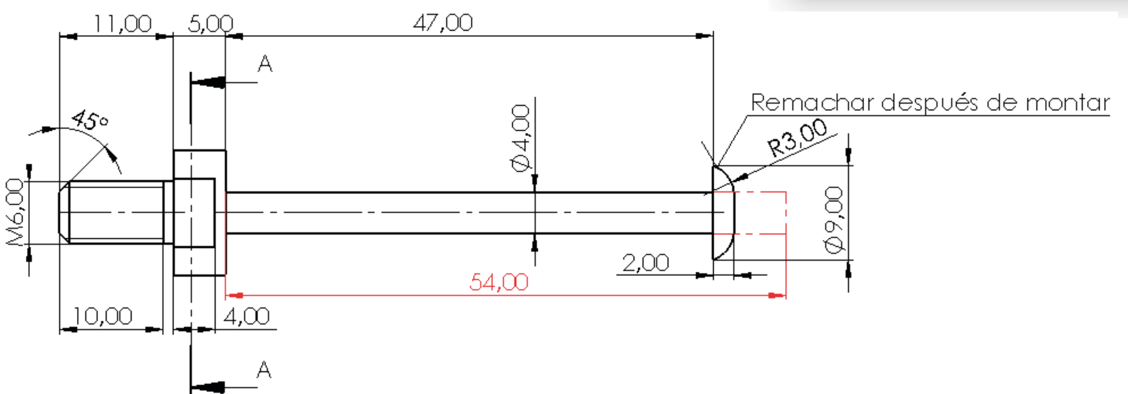
√ Active el menú de Croquis

√ Dibuje la geometría suplementaria

√ Añada las cotas necesarias

√ Utilice el menú de Formato de línea para asignar los atributos de las líneas suplementarias

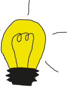




Alternativamente, puede utilizar *configuraciones*, que se estudian en la lección 1.3 del tomo II

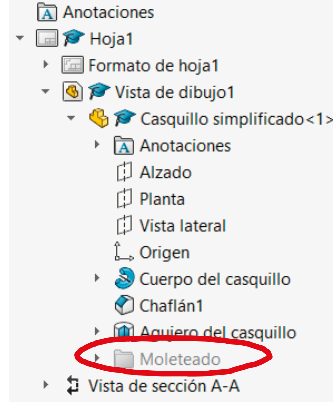
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

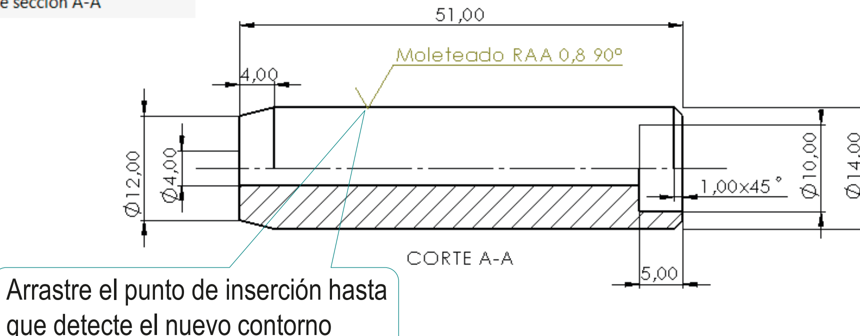


Puede simplificar el dibujo del casquillo suprimiendo la operación de moleteado geométrico en el modelo:

- √ Suprima el moleteado geométrico en el modelo
- √ Vuelva a abrir el dibujo para comprobar que se ha simplificado



- √ Vuelva a vincular el símbolo de fabricación



Que se ha desvinculado al suprimir la arista a la que estaba fijado

Arrastre el punto de inserción hasta que detecte el nuevo contorno

Alternativamente, puede utilizar *configuraciones*, que se estudian en la lección 1.3 del tomo II

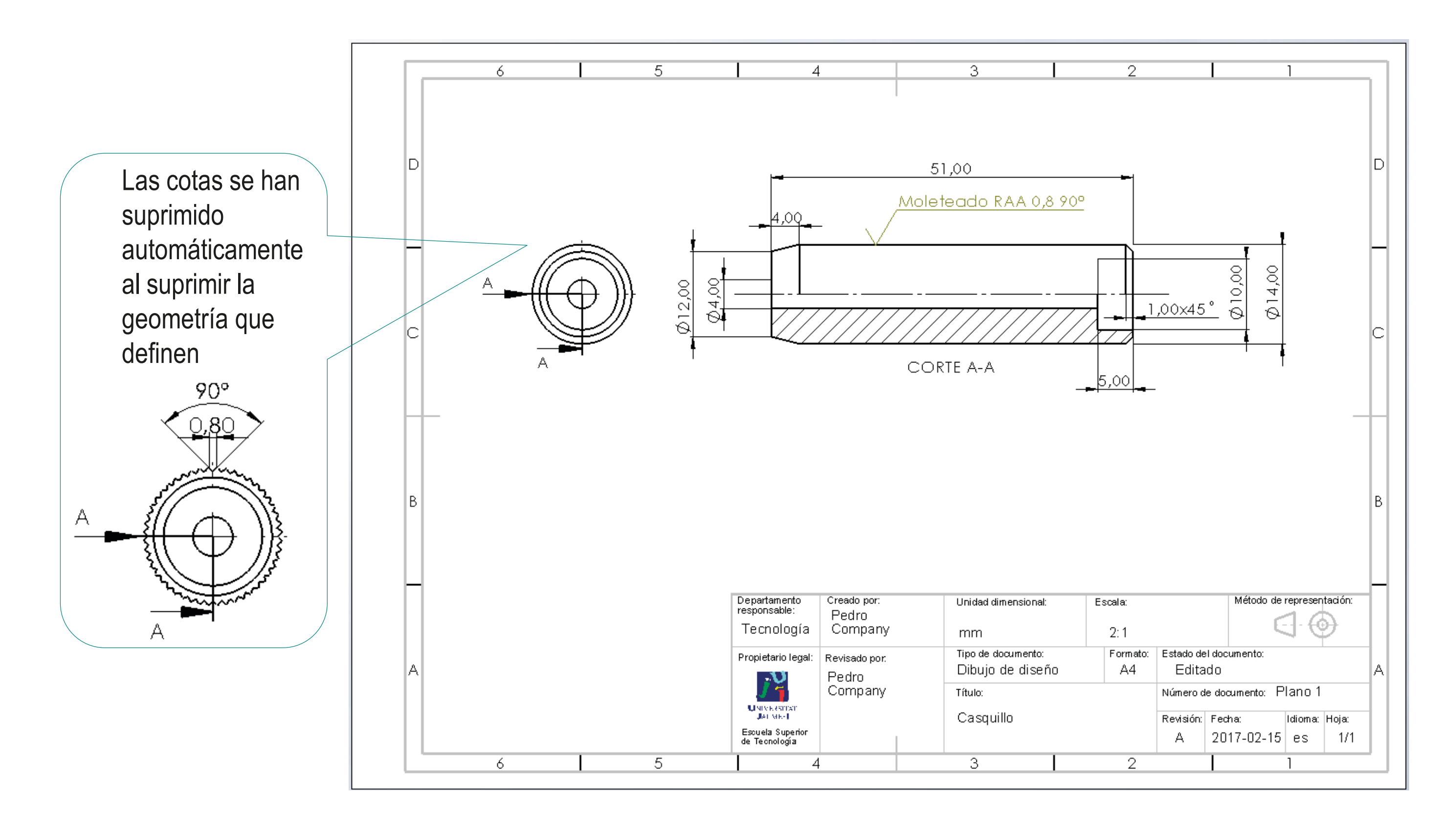
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Observe que la anotación de moleteado ya incluye las dimensiones de la ranura…

…por lo que ya no son necesarias las cotas de la vista lateral



Conclusiones

1 Los dibujos funcionales se obtienen añadiendo anotaciones a los dibujos de diseño

Las anotaciones se añaden con ayuda de editores de anotaciones

2 Las anotaciones en los dibujos pueden hacer que cambien las vistas, cortes o cotas necesarias para definirlos

Por ejemplo, pueden permitir simplificar vistas y/o prescindir de cotas

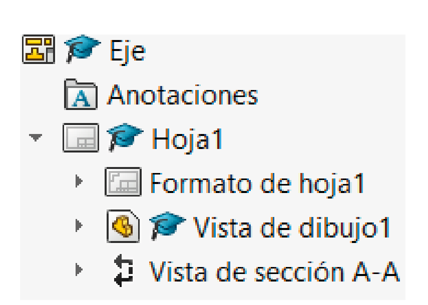
Haga las siguientes comprobaciones para confirmar que los documentos anotados son válidos:

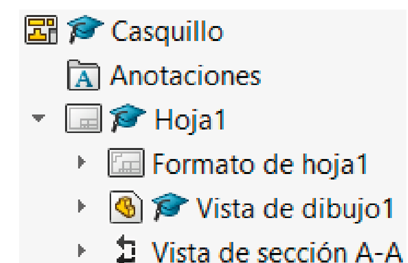
#	Criterio
N1	**El documento anotado es válido**
N1.1	Tanto el fichero del documento anotado como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
N1.2	El fichero del documento anotado puede ser abierto
N1.3	El fichero del documento anotado puede ser usado

√ Compruebe que pueden encontrar los ficheros con extensión SLDDRW

√ Trate de reabrirlos en otro ordenador

√ Compruebe que los árboles de los dibujos estén libre de errores





√ Use el explorador de ficheros para comprobar que se ha "empaquetado" el fichero del modelo junto con el de dibujo

√ Compruebe que los ficheros contienen los dibujos esperados



Ejecución: completo

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Evaluación

Válido

Completo

Consistente

Conciso

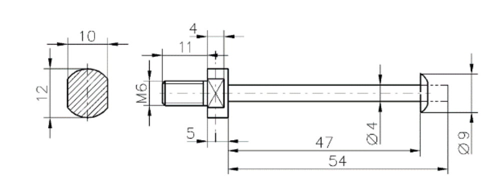
Claro

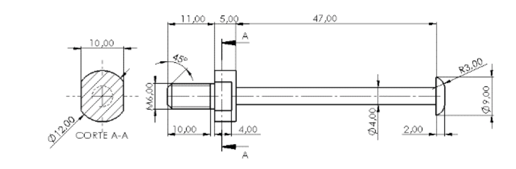
Int. de diseño

Puede comprobar mediante los siguientes criterios que los dibujos están completos:

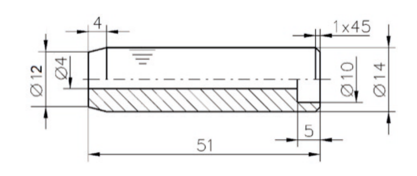
#	Criterio
Dp2	**El dibujo de pieza está completo**
Dp2.1	Las vistas muestran completamente todos los elementos exteriores de la pieza
Dp2.2	Los cortes muestran completamente todos los elementos interiores de la pieza
Dp2.3	Se han incluido los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria necesarias
Dp2.4	Las cotas muestran todas las dimensiones de la pieza

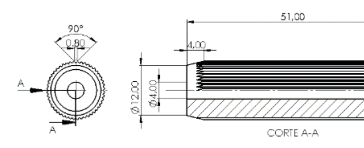
√ Compruebe que las vistas coinciden con las del diseño facilitado





√ Compruebe que las cotas coinciden con las del diseño facilitado



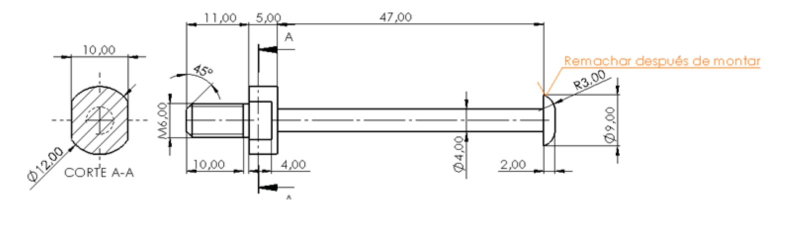


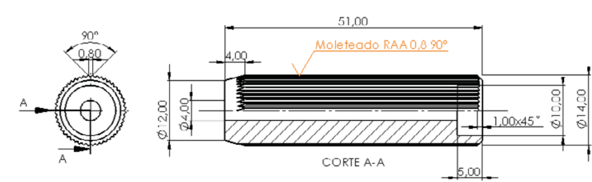
Puede comprobar mediante los siguientes criterios que las anotaciones están completas:

#	Criterio
N2	**El documento anotado está completo**
N2.1	El documento anotado incluye todos los modelos, ensamblajes y dibujos necesarios para dar sentido a las anotaciones
N2.1a	El documento anotado incluye todos los modelos requeridos
N2.1b	El documento anotado incluye todos los ensamblajes requeridos
N2.1c	El documento anotado incluye todos los dibujos requeridos
N2.2	El documento anotado incluye todas las anotaciones requeridas
N2.2a	El documento anotado incluye todas las anotaciones de geometría requeridas
N2.2b	El documento anotado incluye todas las anotaciones de fabricación requeridas
N2.2c	El documento anotado incluye todas las anotaciones de diseño requeridas

√ Ya se ha comprobado que las vistas están completas

√ Compruebe que los dibujos incluyen todas las anotaciones de fabricación requeridas





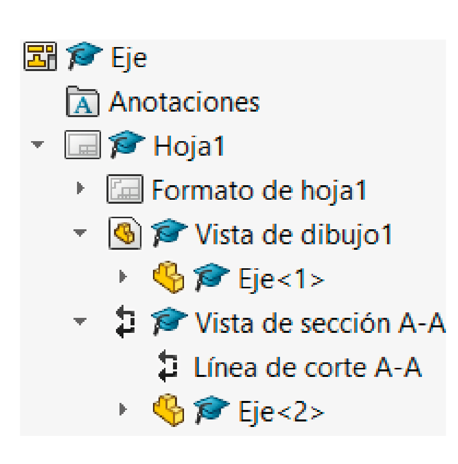
Ejecución: consistente

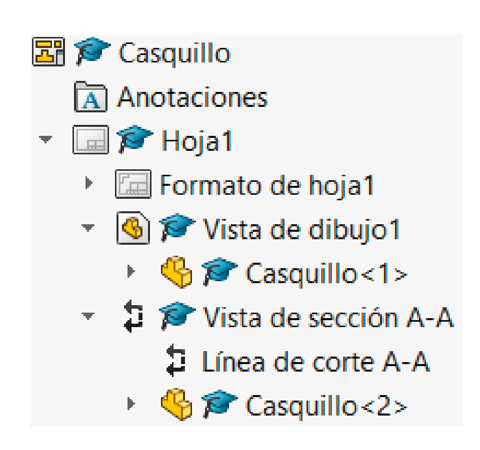
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
- Válido
- Completo
- **Consistente**
- Conciso
- Claro
- Int. de diseño

Puede comprobar que los dibujos son consistentes mediante los siguientes criterios:

#	Criterio
Dp3	**El dibujo de pieza es consistente**
Dp3.1	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria), están extraídas del modelo
Dp3.1a	Las vistas (incluso las cortadas) están extraídas del modelo y vinculadas a él
Dp3.1b	El dibujo minimiza los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria delineadas manualmente
Dp3.2	Las cotas están vinculadas al modelo
Dp3.3	Tanto las representaciones geométricas como las cotas cumplen las normas UNE o ISO
Dp3.3a	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria), cumplen las normas UNE o ISO
Dp3.3b	Las cotas cumplen las normas UNE o ISO

√ Despliegue los árboles de los dibujos para comprobar que las vistas están vinculadas a instancias de los modelos sólidos





Ejecución: consistente

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Evaluación

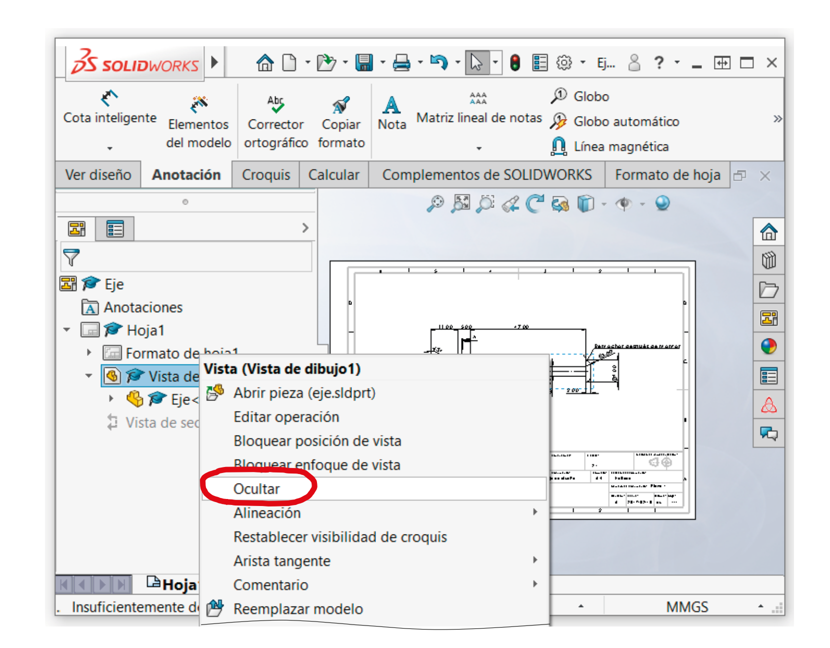
- Válido
- Completo
- **Consistente**
- Conciso
- Claro
- Int. de diseño

√ Compruebe que los dibujos no tienen elementos delineados

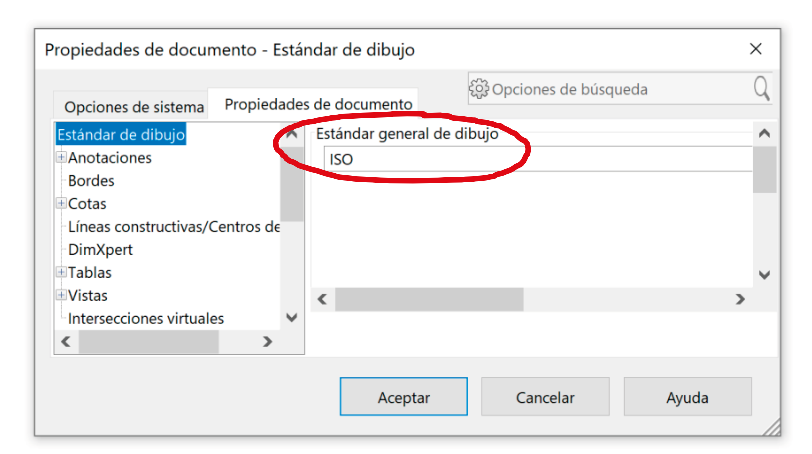
√ Oculte las vistas listada en el árbol del dibujo

√ Compruebe que en el dibujo no quedan líneas "huérfanas"

√ Vuelva a visualizar las vistas

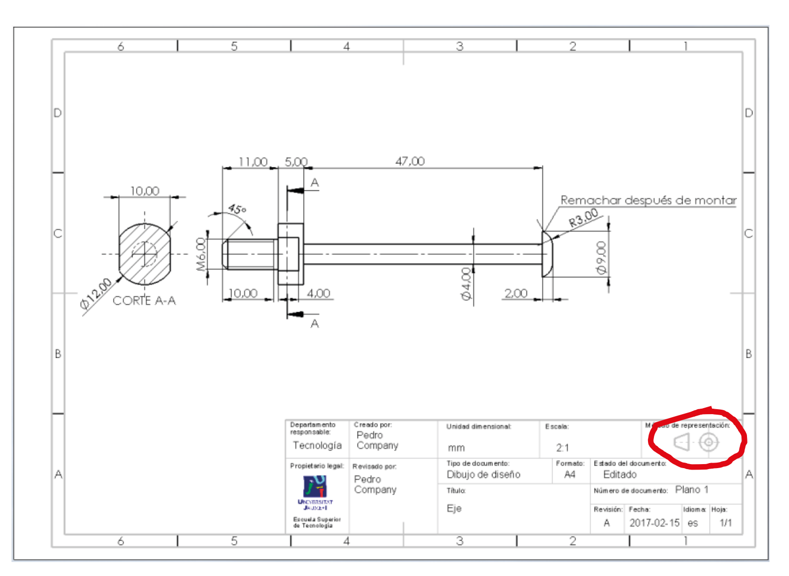


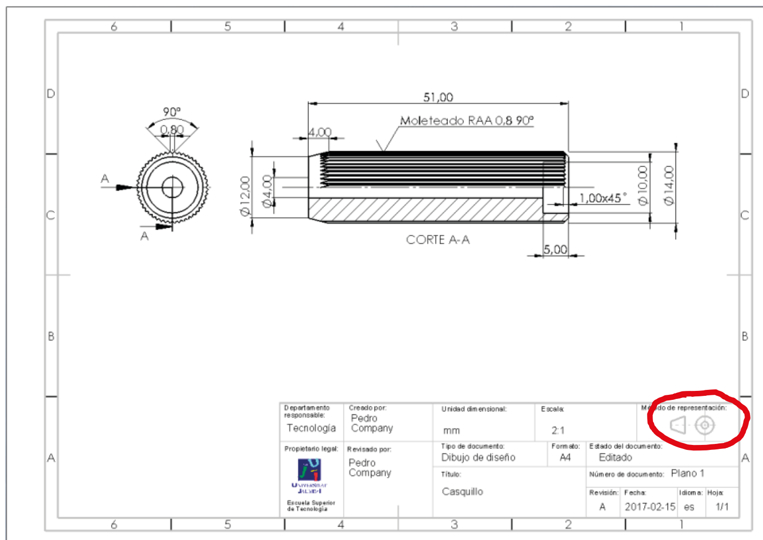
√ Compruebe que las opciones del sistema están configuradas con las normas apropiadas



Ejecución: consistente

- Revise el tipo de representación:
  - Compruebe que el tipo de proyección usado corresponde con el indicado en el bloque de títulos
  - Compruebe que el símbolo añadido para indicar la proyección multivista del primer diedro es correcto





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

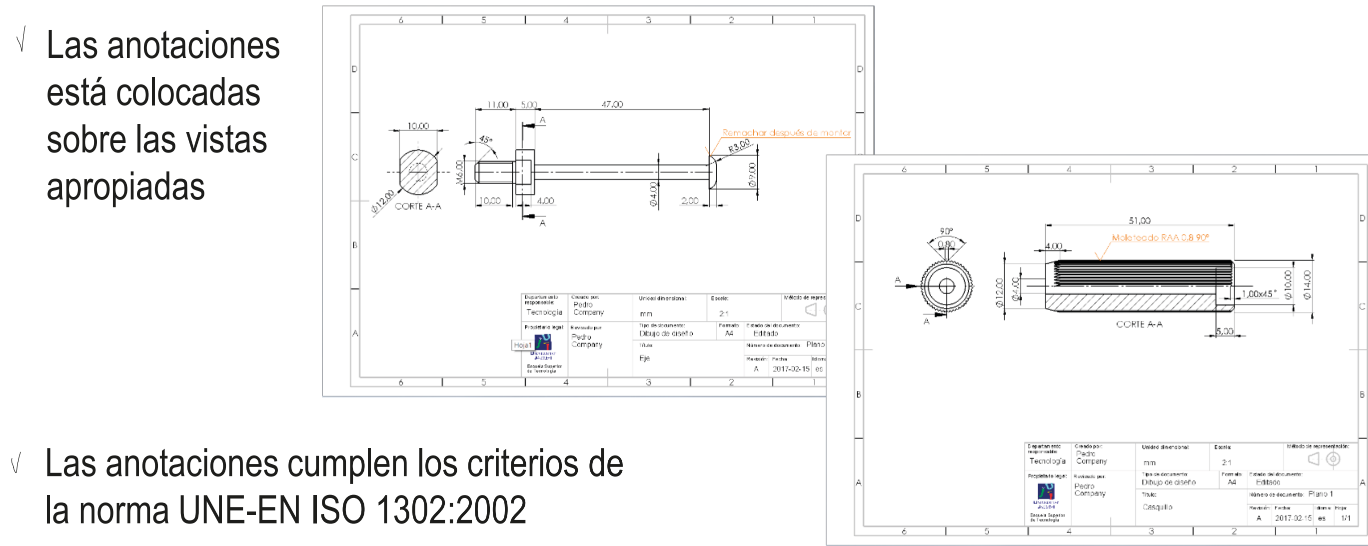
Ejecución: consistente

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

Puede comprobar que las anotaciones son consistentes mediante los siguientes criterios:

#	Criterio
N3	**Las anotaciones del documento anotado son consistentes**
N3.1	Las anotaciones están bien vinculadas a los modelos, ensamblajes o dibujos
N3.1a	Cada anotación está presente en aquel documento principal que muestra la característica a controlar o la información a vincular
N3.1b	Cada anotación señala claramente el elemento con el que guarda relación
N3.2	Las anotaciones cumplen las normas aplicables
N3.2a	Los símbolos son apropiados para el tipo de anotación
N3.2b	Las leyendas y parámetros son apropiados para el tipo de anotación

√ Las anotaciones está colocadas sobre las vistas apropiadas



√ Las anotaciones cumplen los criterios de la norma UNE-EN ISO 1302:2002

ISBN: 978-84-18951-43-5

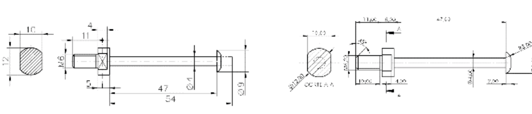
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Evaluación: conciso

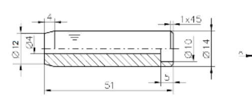
Puede comprobar mediante los siguientes criterios que el dibujo es conciso:

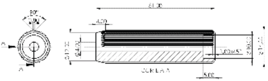
#	Criterio
Dp4	**El dibujo de pieza es conciso**
Dp4.1	El dibujo está libre de vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas innecesarias para mostrar el modelo
Dp4.1a	El dibujo está libre de vistas que no ayudan a mostrar el exterior del modelo
Dp4.1b	El dibujo está libre de cortes que no ayudan a mostrar el interior del modelo
Dp4.1c	El dibujo está libre de geometría suplementaria que no ayuda a mostrar el modelo
Dp4.1d	El dibujo está libre de cotas que no ayudan a mostrar las dimensiones del modelo
Dp4.2	El dibujo está libre de redundancias en vistas, cortes, geometría suplementaria o cotas
Dp4.2a	El dibujo está libre de vistas redundantes
Dp4.2b	El dibujo está libre de cortes redundantes
Dp4.2c	El dibujo está libre de geometría suplementaria redundante
Dp4.2d	El dibujo está libre de cotas redundantes

√ Compruebe que ha usado las mismas vistas que en los diseños facilitados



√ Compruebe que han usado las mismas cotas que en los diseños facilitados





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

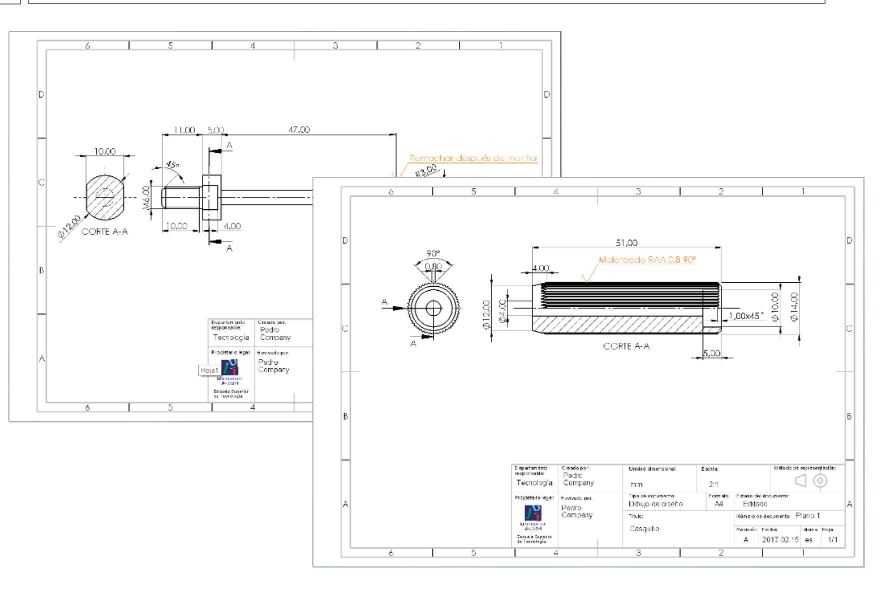
Evaluación: conciso

Puede comprobar mediante los siguientes criterios que las anotaciones son concisas:

#	Criterio
N4	**Las anotaciones del documento anotado son concisas**
N4.1	No hay anotaciones repetidas o redundantes
N4.1a	Todas las anotaciones aportan información diferente al resto
N4.1b	Las anotaciones que se muestran en diferentes documentos vinculados, están también vinculadas entre sí
N4.2	No hay anotaciones innecesarias o irrelevantes
N4.2a	Todas las anotaciones aportan información necesaria
N4.2b	Todas las anotaciones aportan información relevante

√ Inspeccione los dibujos para comprobar que las anotaciones de fabricación no están duplicadas

√ Inspeccione los dibujos para comprobar que no haya ninguna anotación innecesaria



Evaluación: claro

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Evaluación

Válido

Completo

Consistente

Conciso

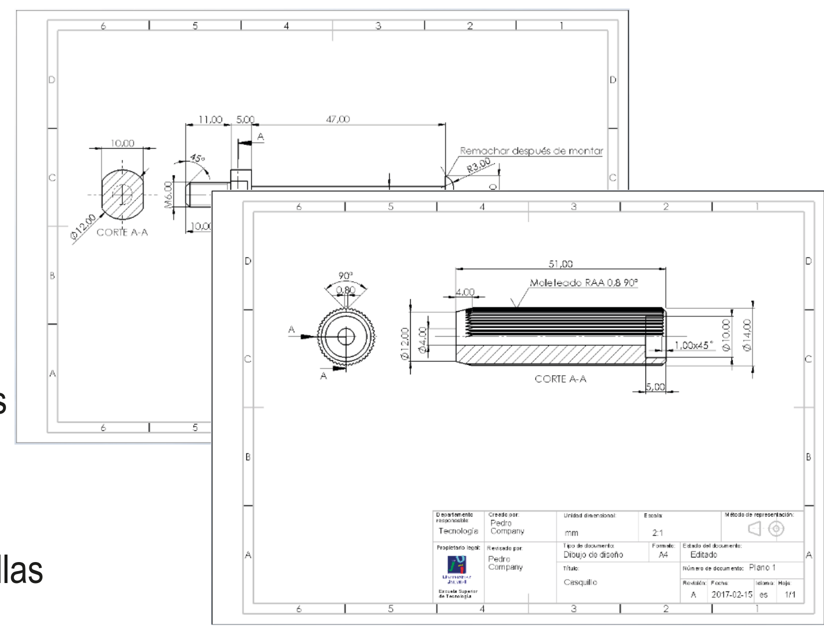
Claro

Int. de diseño

Los criterios para obtener un dibujo de pieza claro pueden comprobarse como sigue:

#	Criterio
Dp5	**El dibujo de pieza es claro**
Dp5.1	El formato de hoja es correcto
Dp5.2	El documento del dibujo está bien identificado
Dp5.3	El contenido del dibujo de pieza está bien presentado
Dp5.3a	Los tipos de líneas son correctos
Dp5.3b	La colocación de las vistas, los cortes, la geometría suplementaria y las cotas favorece la lectura del dibujo

- √ Compruebe que las hojas no son ni demasiado grandes, ni demasiado pequeñas
- √ Compruebe que las hojas incluyen el recuadro y el bloque de títulos
- √ Compruebe que las líneas del dibujo tienen los grosores y tipos apropiados
- √ Compruebe que las vistas están centradas en el papel, y convenientemente separadas entre ellas

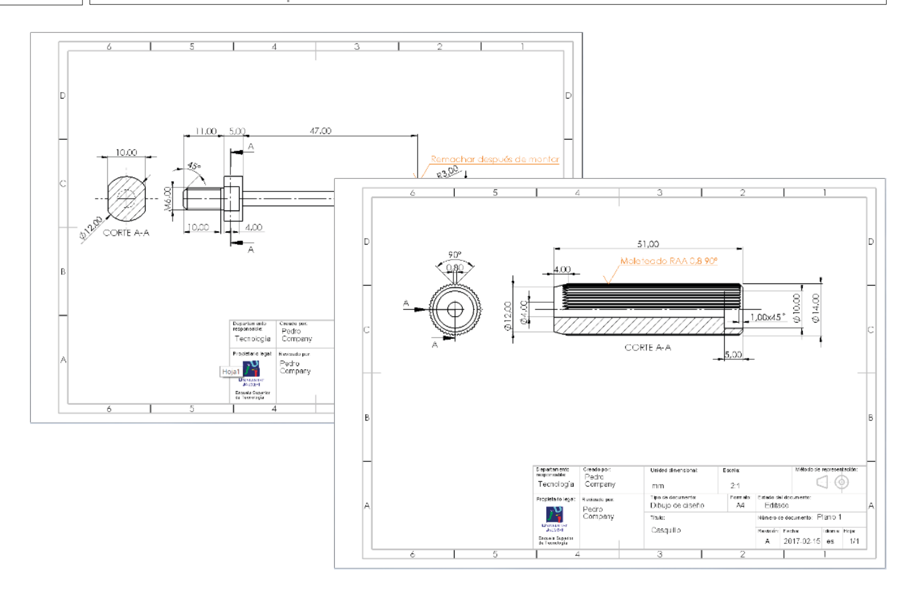


Evaluación: claro

Los criterios para obtener unas anotaciones claras pueden comprobarse como sigue:

#	Criterio
N5	**Las anotaciones del documento anotado son claras**
N5.1	Las anotaciones están colocadas evitando solapes y maximizando su visibilidad
N5.1a	No se producen solapes entre las anotaciones y la geometría, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
N5.1b	No se producen solapes entre anotaciones, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
N5.2	Las anotaciones están agrupadas en vistas de anotación coherentes
N5.2a	Todas las anotaciones están agrupadas
N5.2b	Los grupos de notas son coherentes con la dirección de visualización predominante

- √ Compruebe que las dos anotaciones son claramente visibles, y no se solapan
- √ Compruebe que las anotaciones, están vinculadas a las vistas más apropiadas



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

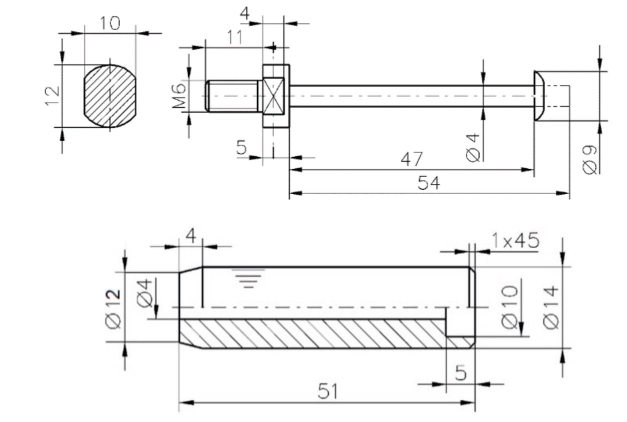
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

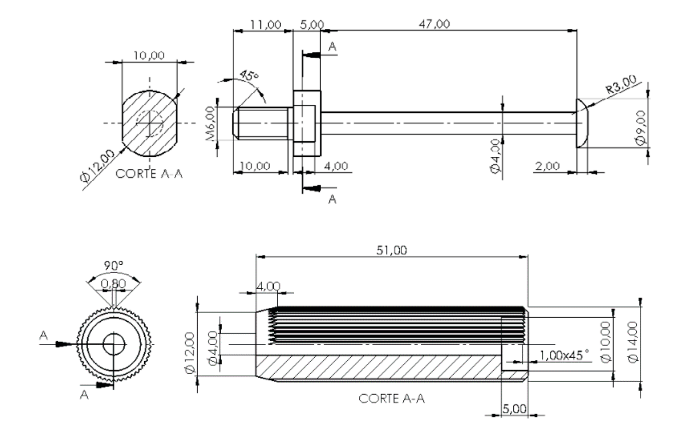
Evaluación: intención de diseño

Puede comprobar los siguientes criterios para saber si el dibujo de pieza transmite intención de diseño:

- √ Compruebe que las piezas están orientadas igual que los diseños originales
- √ Compruebe que se han añadido los ejes para indicar las simetrías

#	Criterio
Dp6	**El dibujo de pieza transmite intención de diseño**
Dp6.1	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas ayudan a resaltar la intención de diseño (orientación, simetría, etc.)
Dp6.1a	La orientación de la pieza ayuda a transmitir su funcionalidad
Dp6.1b	La disposición de las vistas, cortes y cotas ayuda a resaltar las simetrías y los patrones
Dp6.2	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas muestran los datos originales de diseño
Dp6.2a	El modelo se ha dibujado evitando perder cotas de diseño (no hay trasferencias de cotas)
Dp6.2b	El modelo se ha dibujado evitando ocultar simetrías y patrones





Evaluación: intención de diseño

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
- Válido
- Completo
- Consistente
- Conciso
- Claro
- **Int. de diseño**

Puede comprobar los siguientes criterios para saber si el documento anotado transmite intención de diseño:

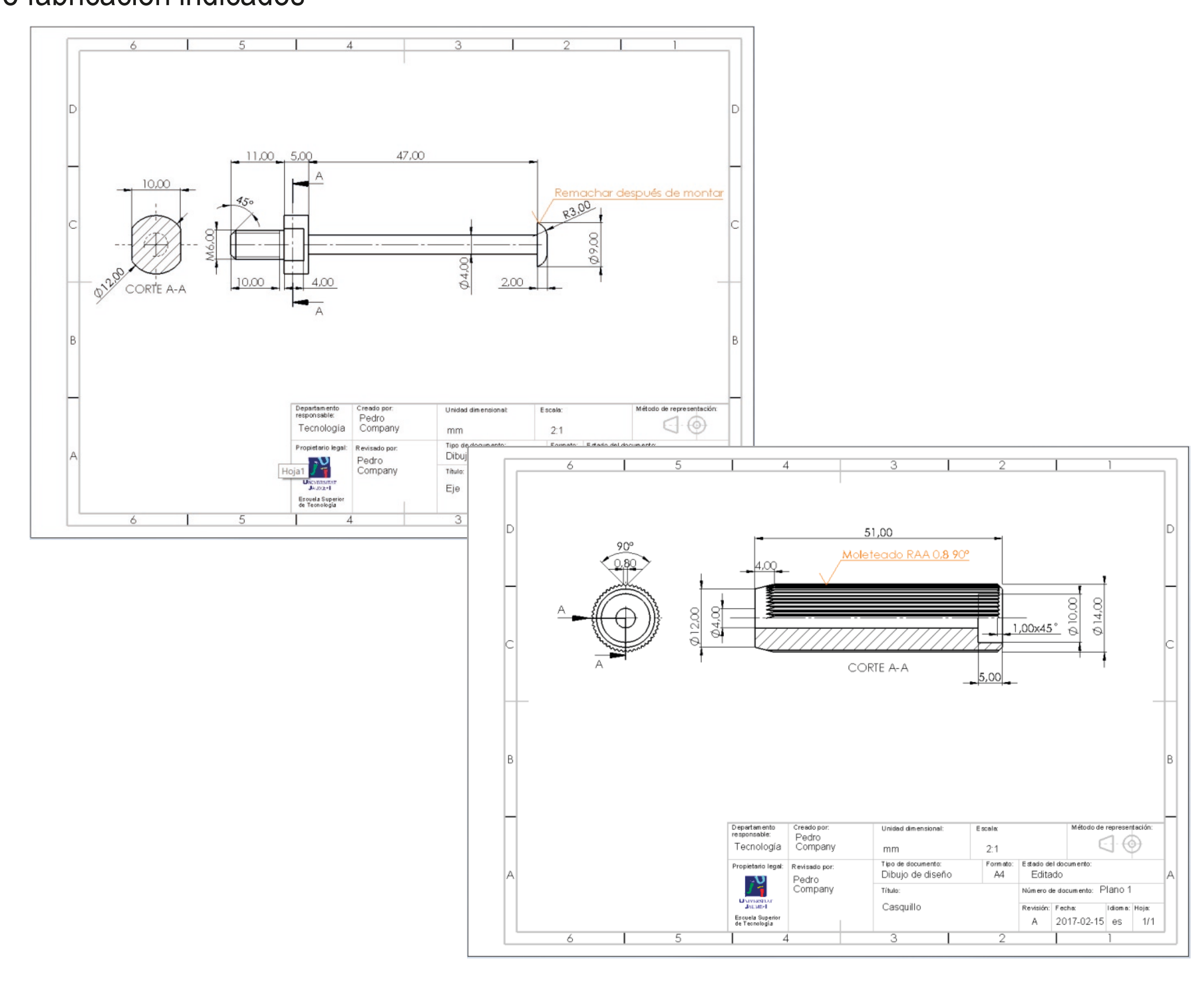
#	Criterio
N6	**Las anotaciones del documento anotado transmiten la intención de diseño**
N6.1	La ordenación de las anotaciones facilita la interrogación de las propiedades y atributos del producto referido en el documento
N6.1a	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre geometría
N6.1b	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre fabricación
N6.1c	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre criterios de diseño
N6.2	Las anotaciones ayudan a entender la relación del producto con la información que muestran
N6.2a	La colocación de las notas ayuda a entender sus relaciones mutuas, y sus relaciones con los productos
N6.2b	No hay “transferencia” de notas que altere la naturaleza de la información que se transmite, o su relación con el producto

√ En éste caso, dado que hay pocas anotaciones, y que son planas, la comprobación sobre posibilidades de interrogar al documento para filtrar las anotaciones (mostrando sólo las relevantes para una cuestión dada), es trivial

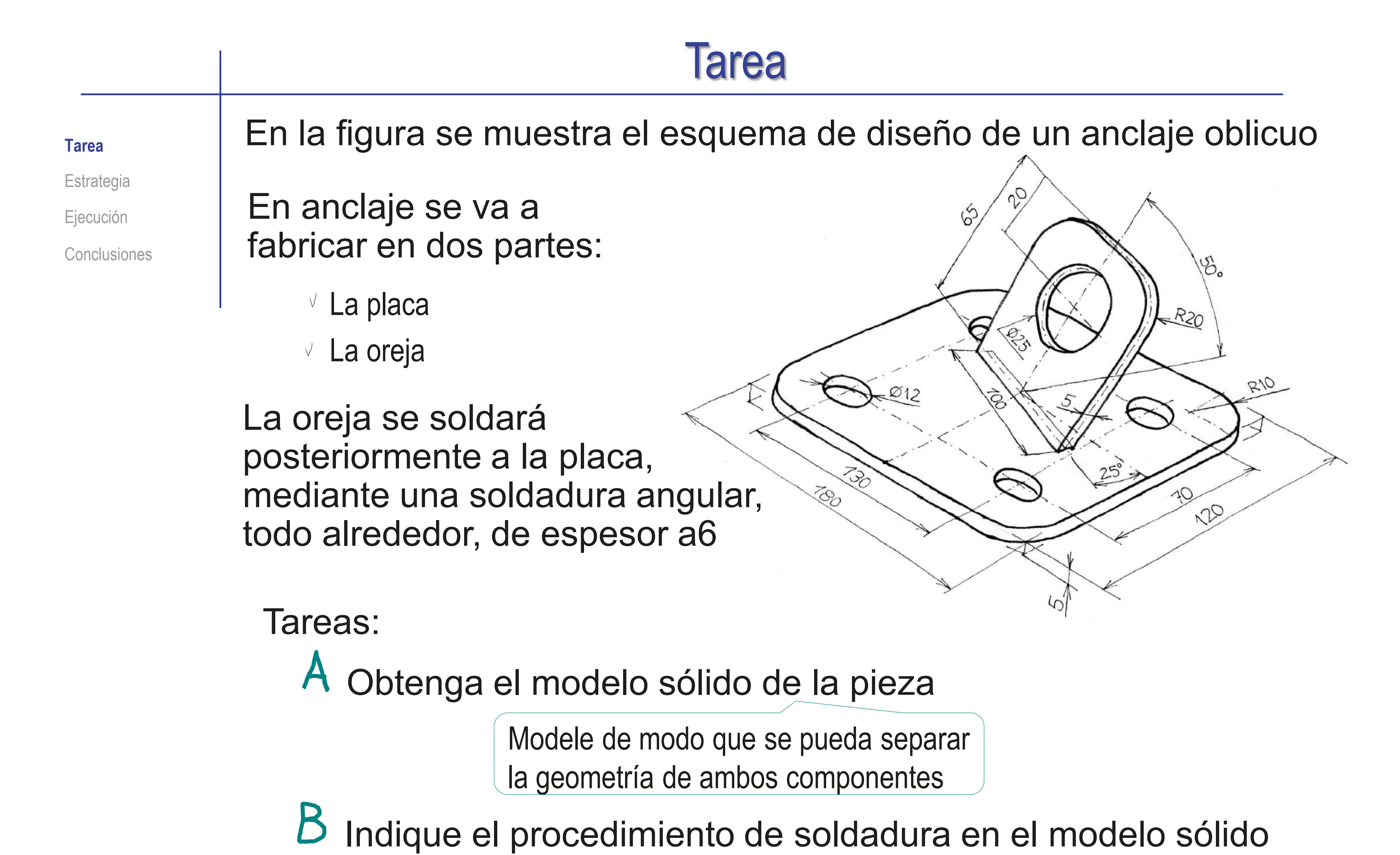
Evaluación: intención de diseño

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

√ Compruebe que cada anotación informa de uno de los procesos de fabricación indicados



Ejercicio 4.2.2. Anclaje oblicuo



Tarea

- **Tarea**
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones

En la figura se muestra el esquema de diseño de un anclaje oblicuo

En anclaje se va a fabricar en dos partes:

- La placa
- La oreja

La oreja se soldará posteriormente a la placa, mediante una soldadura angular, todo alrededor, de espesor a6

Tareas:

A Obtenga el modelo sólido de la pieza

Modele de modo que se pueda separar la geometría de ambos componentes

B Indique el procedimiento de soldadura en el modelo sólido

C Obtenga el dibujo de fabricación de la pieza

Estrategia

La estrategia consta de tres pasos:

1 Obtenga el modelo sólido a partir de los datos del dibujo de diseño:

- √ Modele cada parte de la pieza mediante operaciones separadas, de modo que pueda mostrar la parte que desee
- √ Suprima las operaciones de la placa mientras modela la oreja, para evitar crear dependencias mutuas

2 Añada la soldadura al modelo:

- √ Aprovechando el editor de símbolos de *Soldadura*
- √ Alternativamente, añada un cordón de soldadura mediante operaciones geométricas

3 Extraiga el dibujo de fabricación a partir del modelo sólido

Extraiga también la anotación de soldadura

Ejecución: modelado

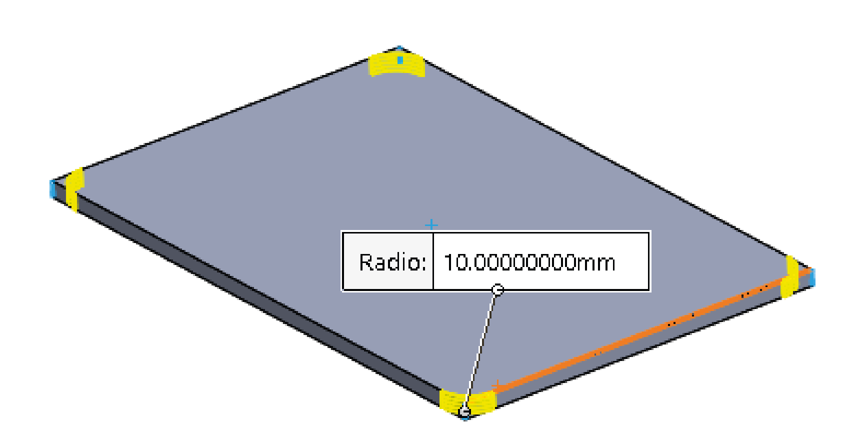
- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
- Conclusiones

Modele la placa:

√ Dibuje el contorno de la placa en la planta y aplique una extrusión

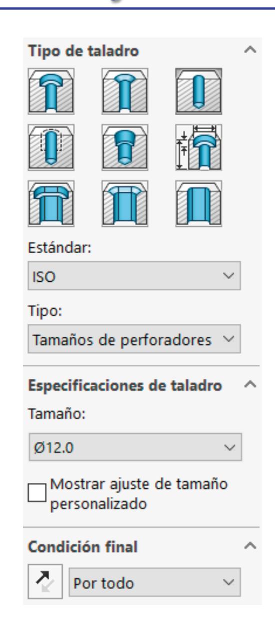
Estruya hacia abajo, para aprovechar el plano de la planta como base de la oreja

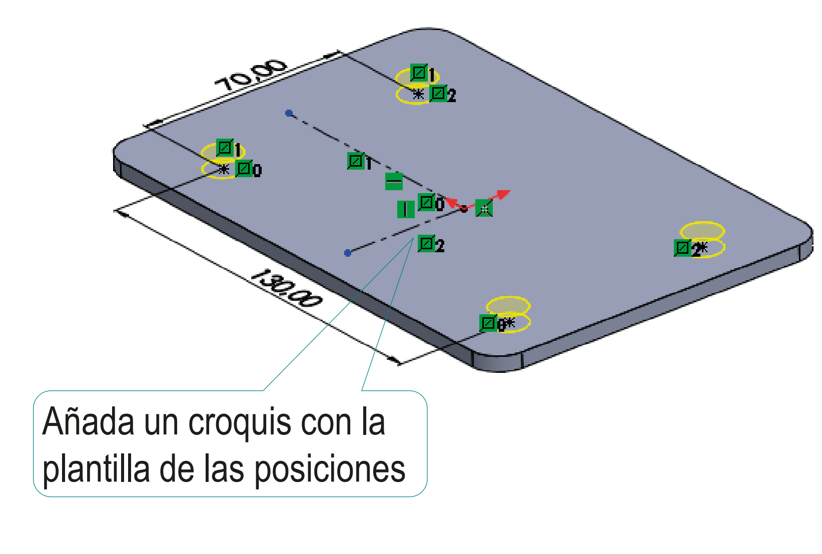
√ Añada los redondeos de las esquinas



Ejecución: modelado

√ Añada los taladros

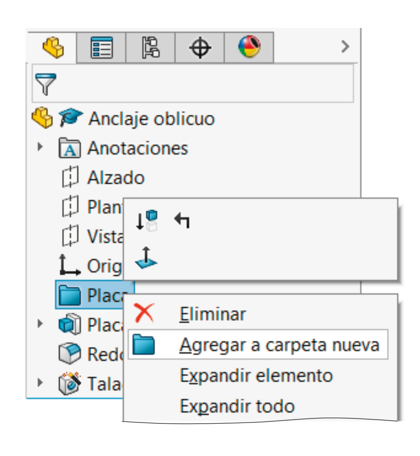


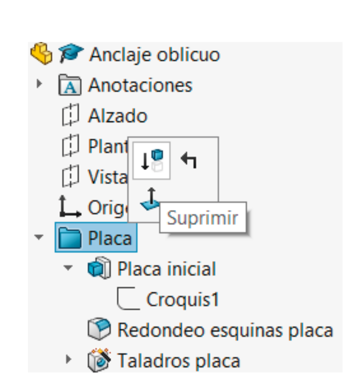


√ Agrupe todas las operaciones:

√ Defina una nueva carpeta

√ Arrastre las operaciones para colocarlas dentro de la carpeta





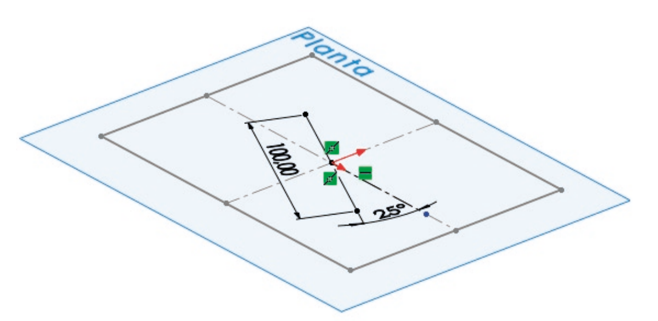
√ Suprima el grupo

ISBN: 978-84-18951-43-5

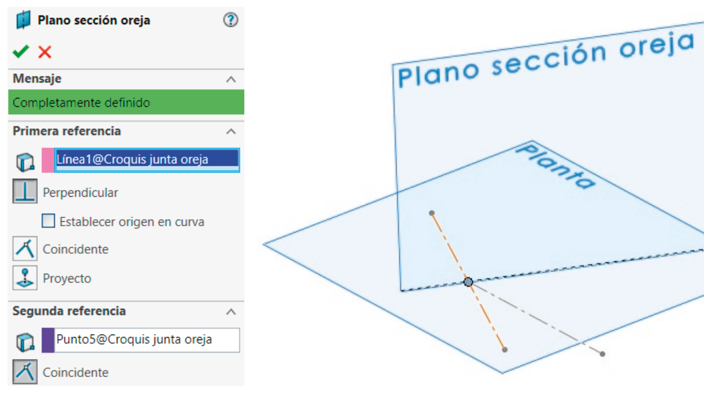
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Modele la oreja:

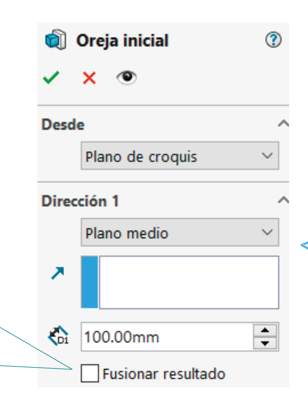
- Defina la posición de la oreja mediante un croquis auxiliar en la planta

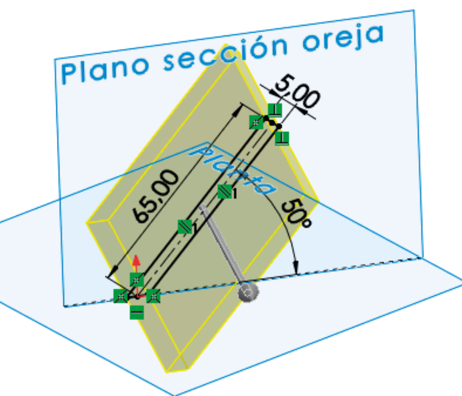


- Defina un plano datum que contenga la sección de la oreja
  - Seleccione un plano datum perpendicular al eje de la base
  - Coloque el plano datum pasando por el punto medio



- Obtenga la forma primitiva de la oreja mediante una extrusión a ambos lados de su sección





Desactive la opción de fusionar automáticamente, para evitar que se cree un único sólido al activar la base

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

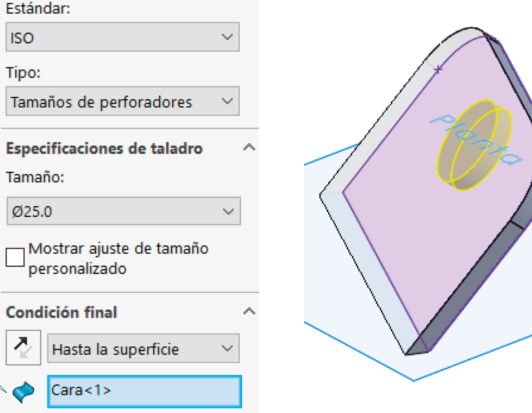
Ejecución: modelado

√ Aplique redondeos a las esquinas superiores

Radio: 20.00000000mm

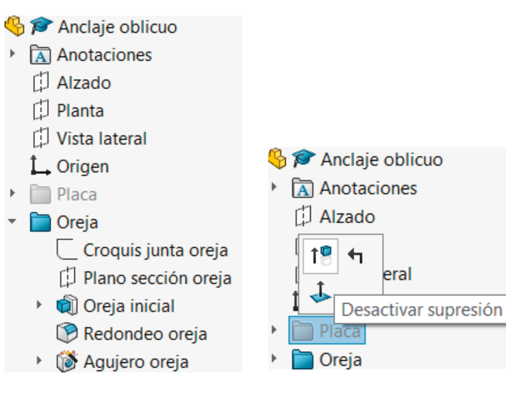
√ Obtenga el agujero por taladro

Utilice la cara trasera de la oreja como condición final, para evitar taladrar la base cuando la active



√ Agrupe todas las operaciones en una carpeta

√ Active la carpeta de la placa



Compruebe que está desactivada la opción de fusionar automáticamente, después de activar las operaciones de la placa

Oreja inicial
Desde
Plano de croquis
Dirección 1
Plano medio
100.00mm
Fusionar resultado

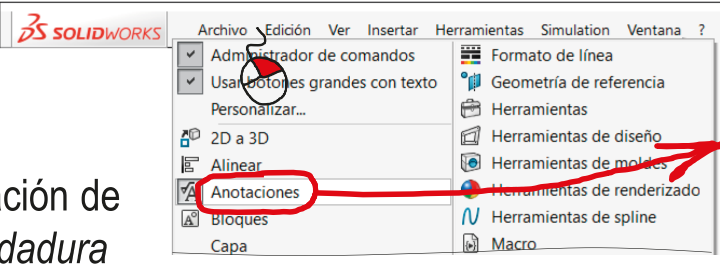
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

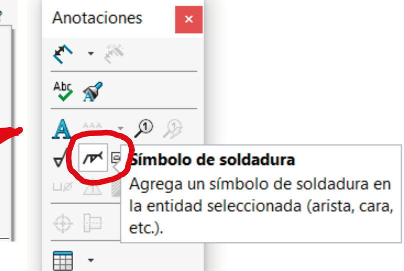
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Añada la anotación de soldadura al modelo:

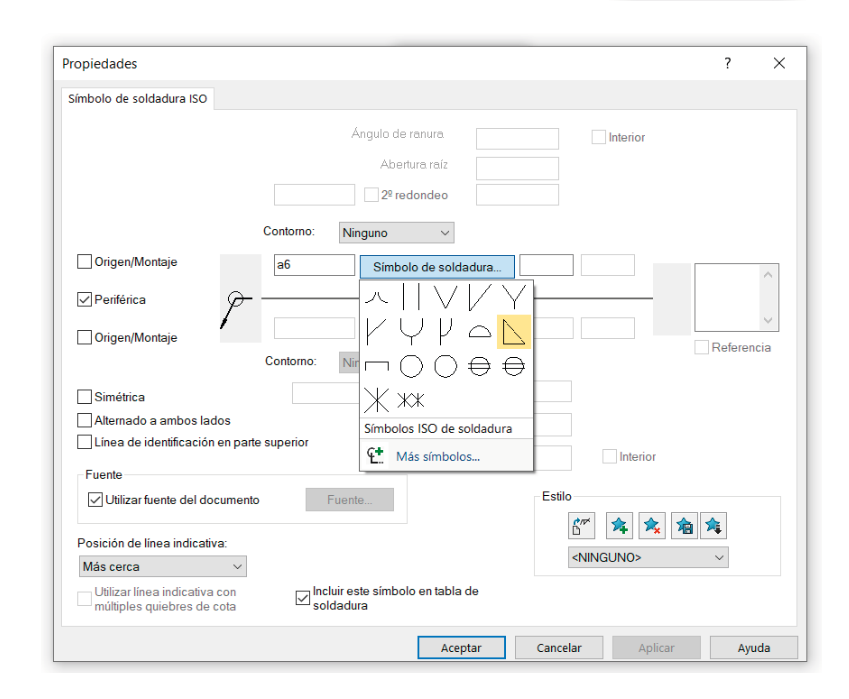
- Active el menú de *Anotaciones*



- Seleccione la anotación de tipo *Símbolo de soldadura*



- Rellene el campo de la etiqueta del proceso de fabricación:
  - Seleccione el símbolo de soldadura en ángulo
  - Indique el tamaño “a6” como prefijo
  - Seleccione periférica, para añadir el símbolo de todo alrededor



Ejecución: modelado

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

√ Coloque la anotación en el modelo, vinculando el punto de inserción al contorno de la junta

Acepte el aviso de que se agrupará en una vista de anotación nueva

Notificación para vista de anotación

La anotación no se puede colocar en las vistas de anotación existentes. Se creará una nueva anotación que se llamará:

Vista de anotaciones 1

Aceptar Cancelar

√ Seleccione la anotación si tiene que editar su aspecto o su colocación

Cambie el modo de visualización para encontrar anotaciones "perdidas"

Active los filtros de selección si es difícil seleccionar anotaciones

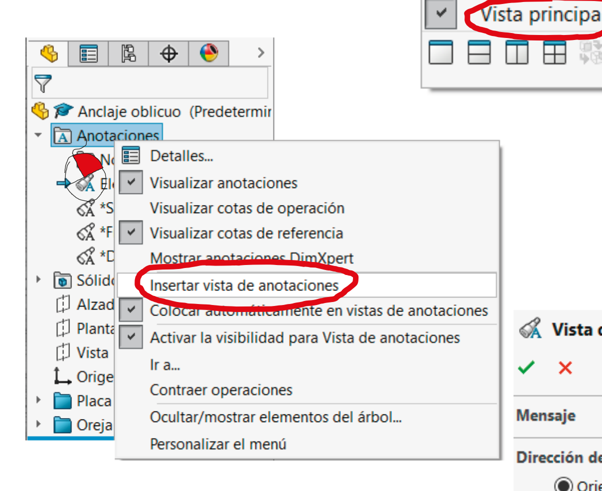
Filtro de selección

Ejecución: modelado



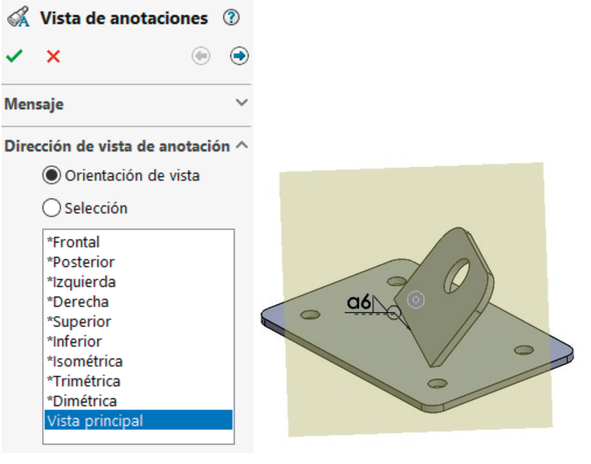
Para controlar mejor el agrupamiento y visualización de la anotación:

- Cambie el punto de vista hasta obtener el deseado
- Guarde la vista
- Defina una nueva vista de anotación coincidente con la nueva vista guardada



- Añada la anotación mientras la nueva vista de anotación esté activa

Alternativamente, *Edite* la nueva vista de anotación para incluir en ella las anotaciones previamente creadas y agrupadas en otra vista de anotación



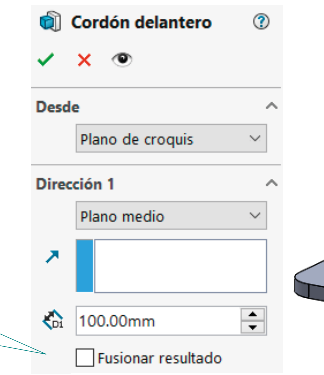
Ejecución: modelado

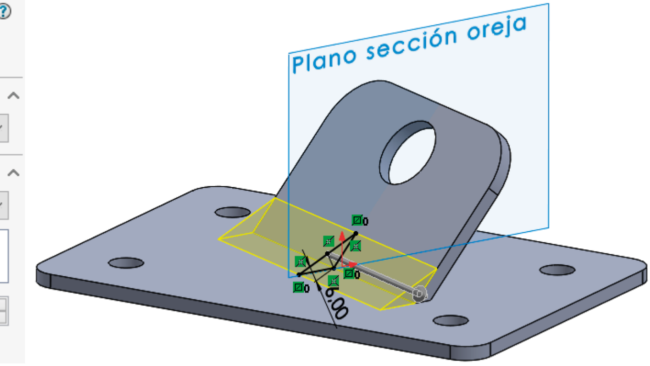
Alternativamente, modele la soldadura como sólido:

√ Dibuje el perfil del croquis en el plano de la sección de la oreja

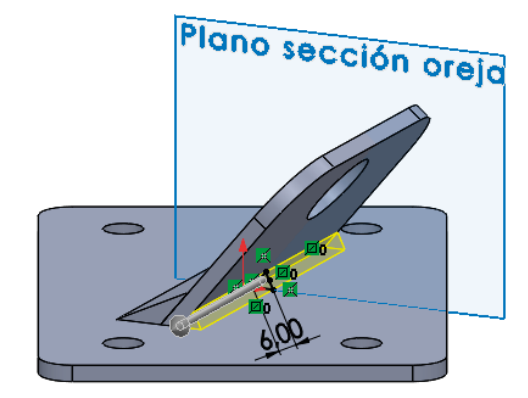
√ Obtenga el cordón anterior por extrusión del perfil

Desactive la opción de fusionar automáticamente



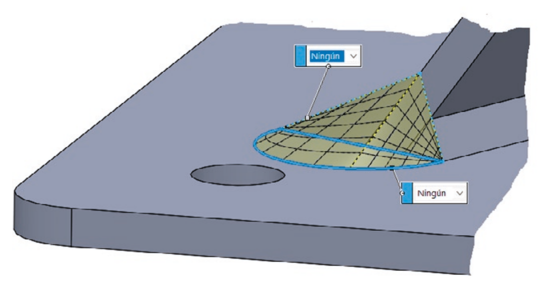


√ Repita el procedimiento para el cordón posterior



√ Obtenga un plano datum perpendicular a la planta y con la orientación de la oreja

√ Obtenga los cordones laterales por recubrimiento



Ejecución: modelado

Tarea

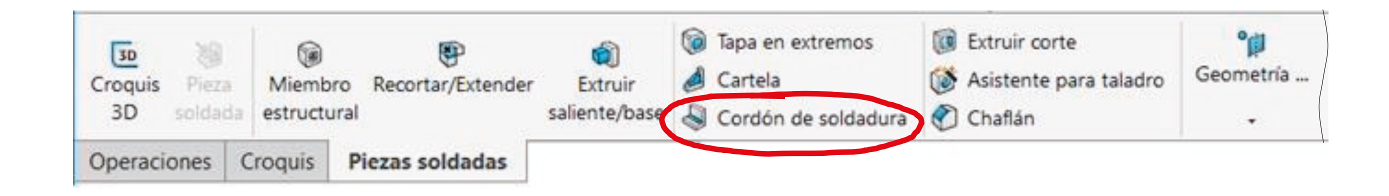
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

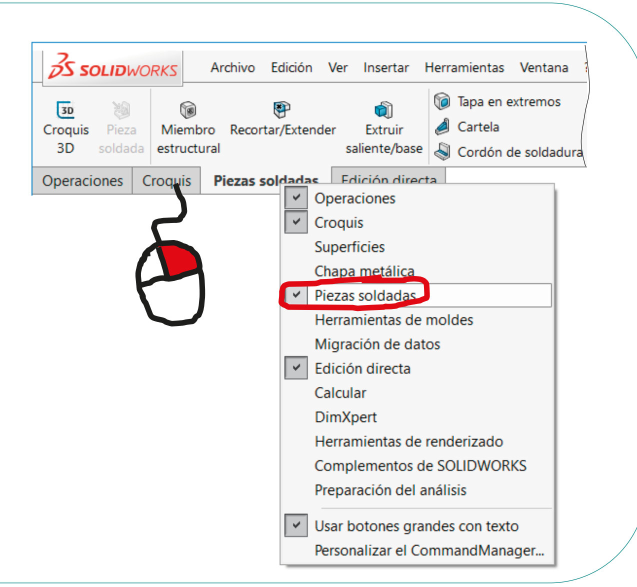


Si dispone del módulo de piezas soldadas de SolidWorks ®, puede simplificar el modelado del cordón de soldadura



Si está instalado, el módulo se puede activar desde la propia cinta de menú:

- √ Coloque el cursor sobre alguna de las pestañas de la cinta de menú
- √ Pulse el botón derecho, para obtener el menú contextual
- √ Seleccione *Piezas soldadas*



Ejecución: modelado

Tarea

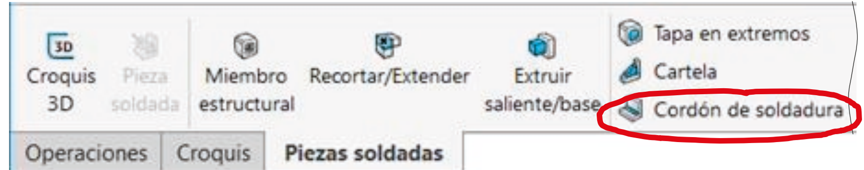
Estrategia

Ejecución

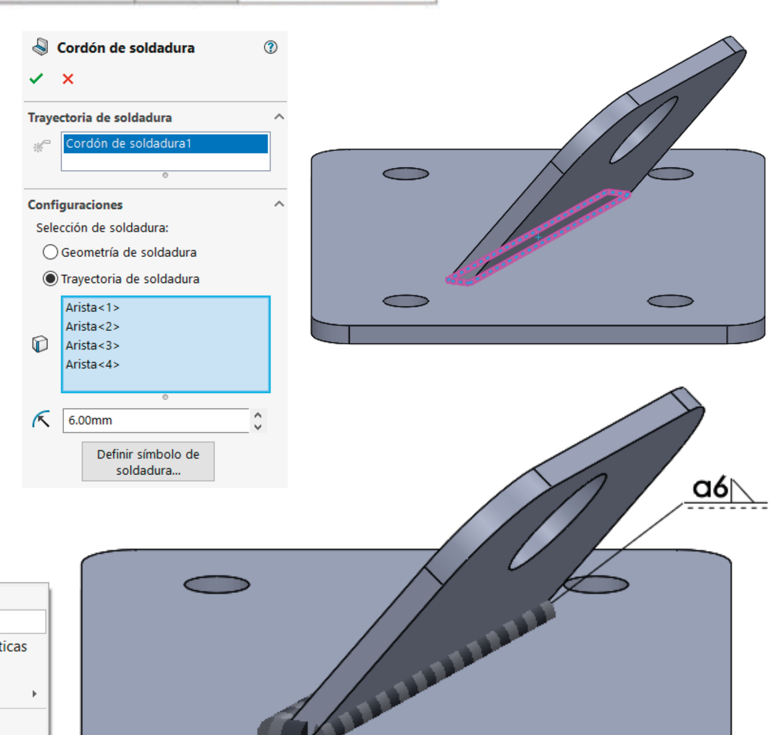
Conclusiones

El procedimiento es como sigue:

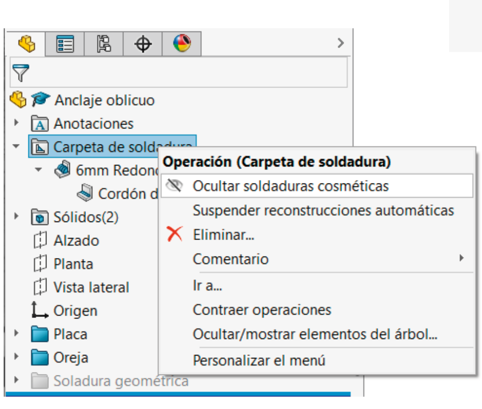
√ Seleccione el comando *Cordón de soldadura*, del menú de *piezas soldadas*



√ Seleccione las juntas en la que se debe aplicar



√ Visualice el cordón, desde el menú contextual de la carpeta de *Soldadura*



Ejecución: dibujos

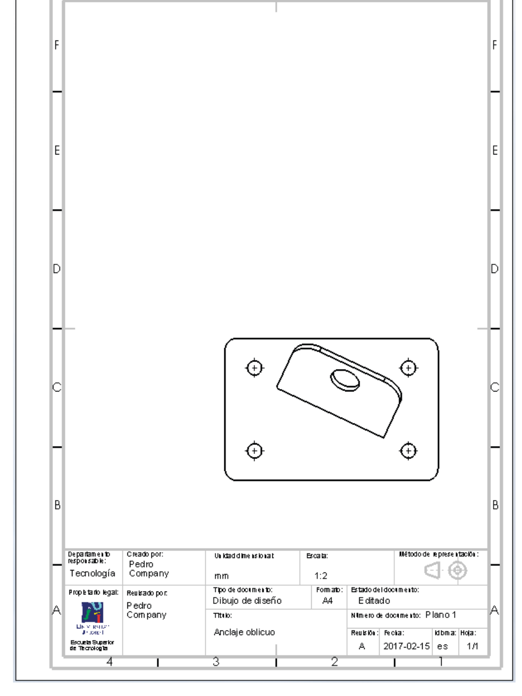
Obtenga el dibujo de fabricación del anclaje:

√ Empiece un dibujo nuevo en un formato A4 vertical UJI

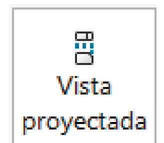
Ejercicio 3.1.1

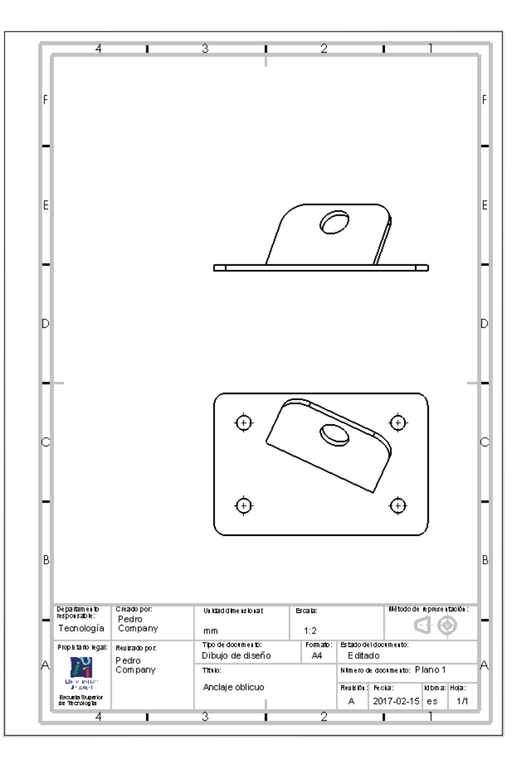
√ Extraiga la vista en planta del anclaje





√ Obtenga el alzado, que ayuda a entender las dos partes que tiene la pieza





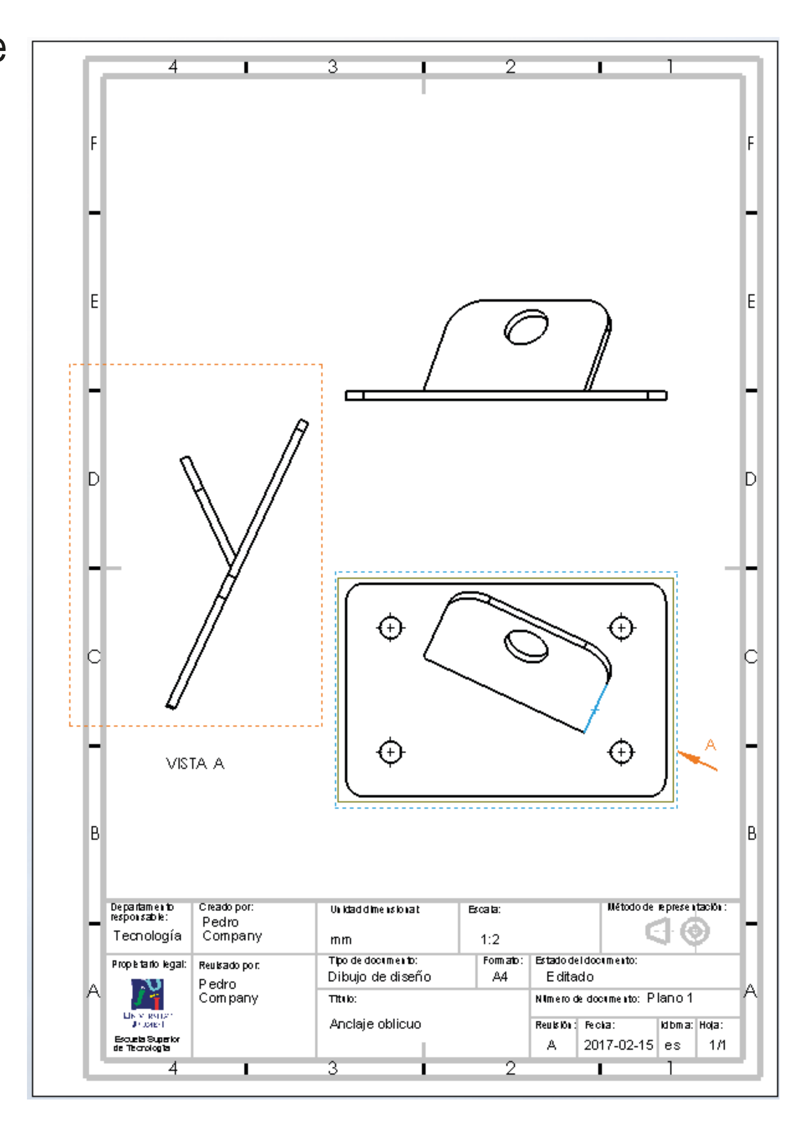
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

- Añada una vista particular que muestre la oreja de canto:
  - Seleccione el comando *Vista auxiliar*



  - Seleccione la arista del borde de la oreja, para indicar la dirección de la vista
  - Coloque la vista a la izquierda de la planta



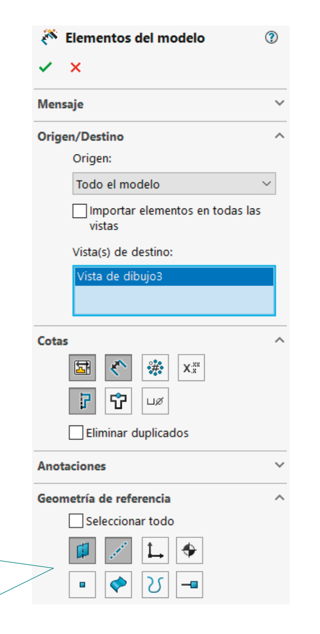
Ejecución: dibujos

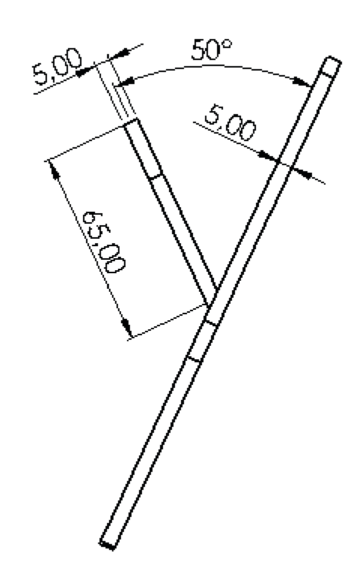
√ Extraiga las cotas del modelo:

√ Utilice el comando *Elementos del modelo* para extraer primero las cotas de la vista particular



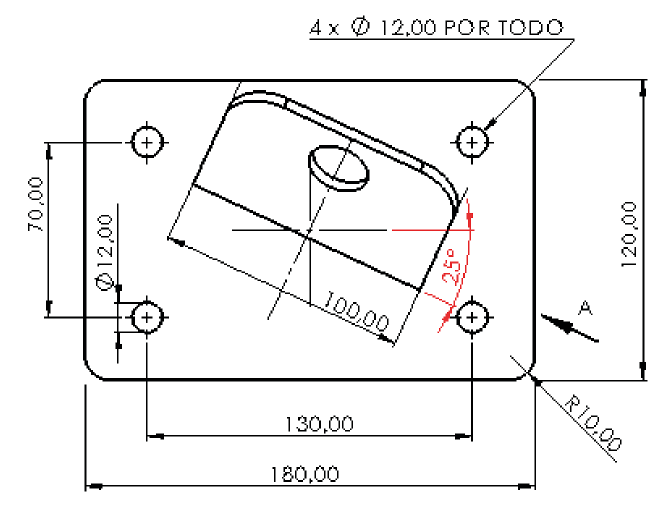
Recuerde que las cotas están vinculadas a la geometría de referencia





√ Extraiga el resto de cotas a la planta

√ Elimine o añada cotas hasta obtener todas las cotas de diseño



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

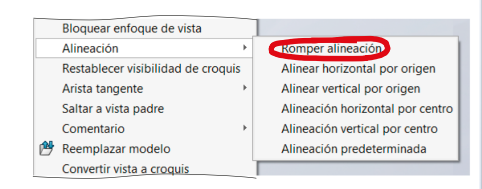
Tarea

Estrategia

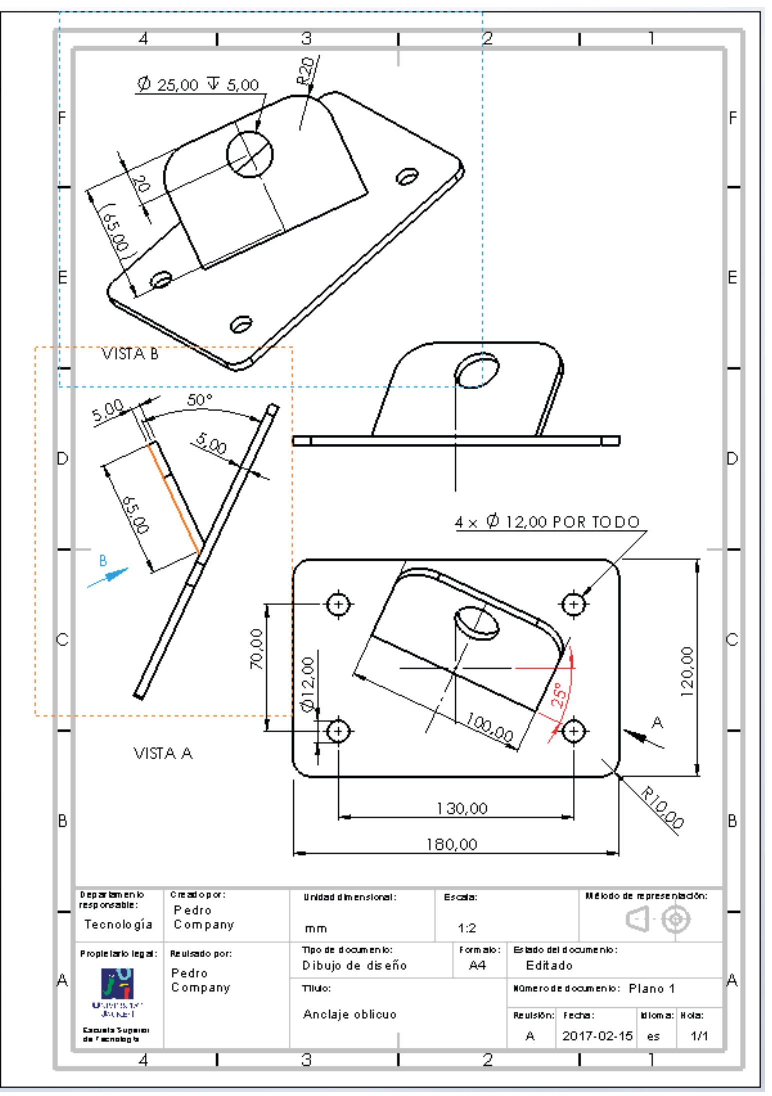
Ejecución

Conclusiones

- Observe que la forma de la oreja no queda completamente definida:
  - Añada una nueva vista particular
    - Seleccione el borde de la oreja en la vista A como dirección para la nueva vista B
    - Rompa la alineación automática de la vista B, para que quepa en la hoja



  - Importe las cotas de esa vista particular

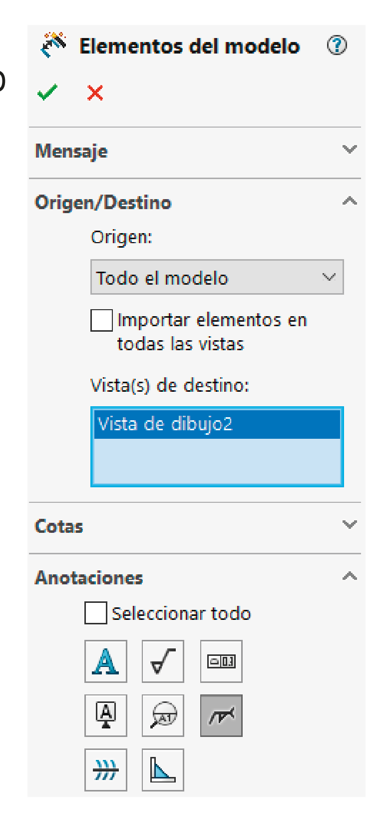


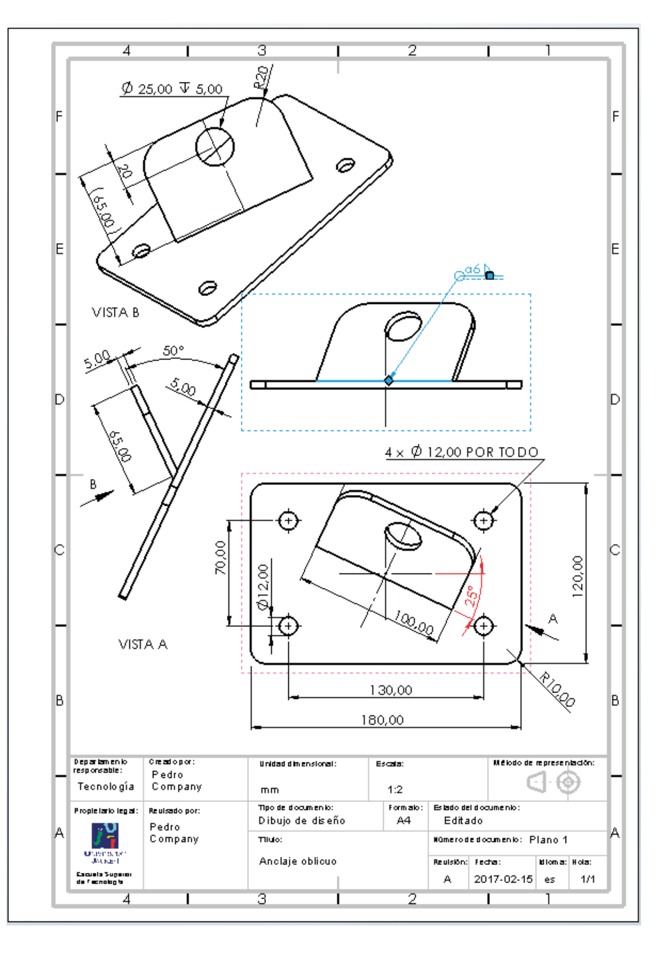
√ Extraiga la anotación de fabricación del modelo:

√ Utilice el comando *Elementos del modelo* para extraer la anotación desde el modelo



√ Seleccione el tipo de anotación que desea extraer





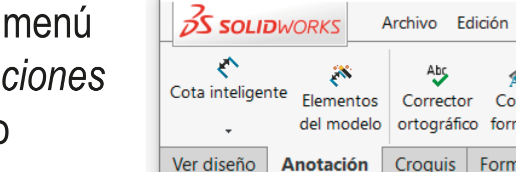
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos

Alternativamente, puede dibujar la indicación de fabricación, sin extraerla del modelo:

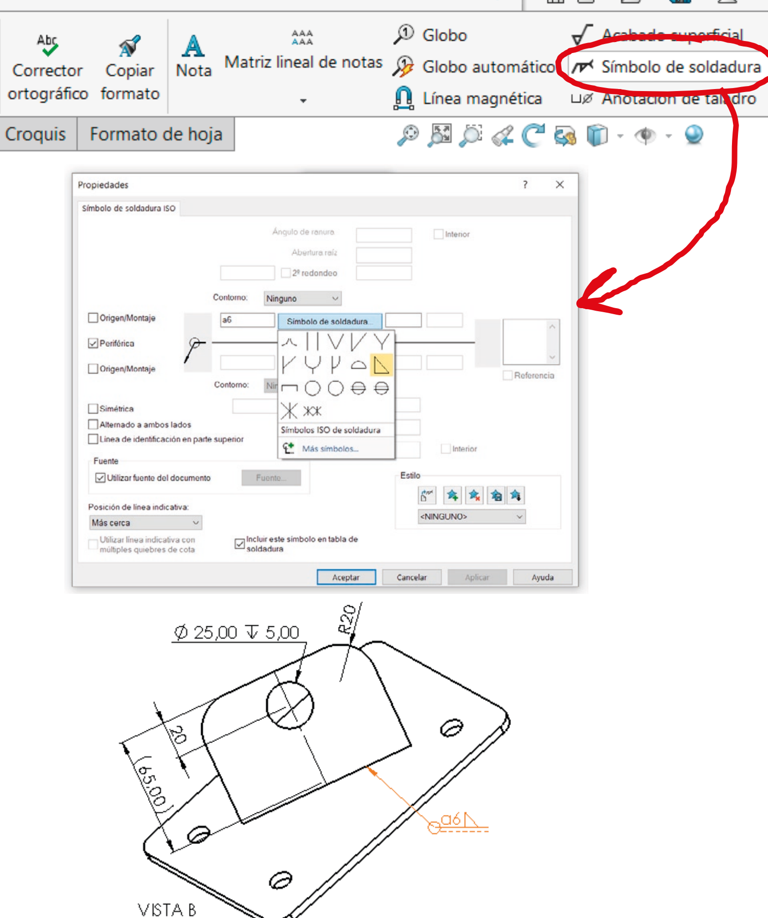
- Active el menú de *Anotaciones* del dibujo



- Seleccione la anotación de tipo *Símbolo de soldadura*

- Rellene los campos de la etiqueta del proceso de fabricación

- Arrastre las asas de la anotación para colocarla en el dibujo, vinculando el punto de inserción al contorno de la base de la oreja



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

1 Las piezas soldadas se pueden modelar "por partes"

Haciendo que los diferentes componentes a soldar se modelen como piezas separadas, dentro del mismo modelo

2 Las soldaduras pueden modelarse, aunque es más conveniente indicarlas mediante una anotación

3 Los modelos pueden contener anotaciones de fabricación

Las anotaciones se añaden con ayuda de editores de anotaciones

4 Las anotaciones en los dibujos pueden obtenerse por extracción desde las anotaciones de los modelos, o añadiéndolas diréctamente

Ejercicio 4.2.3. Base de mordaza

Tarea

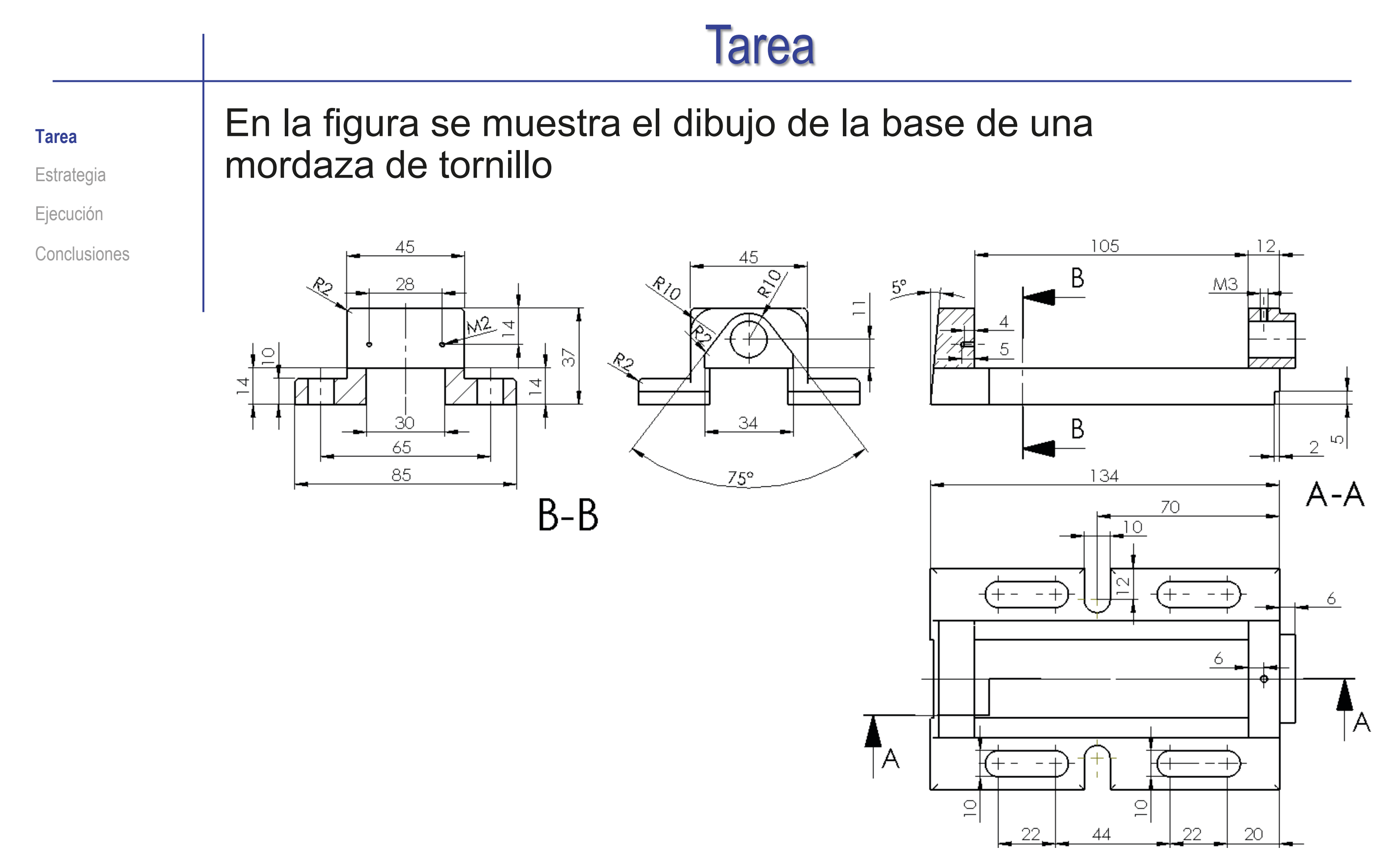
Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

En la figura se muestra el dibujo de la base de una mordaza de tornillo



ISBN: 978-84-18951-43-5

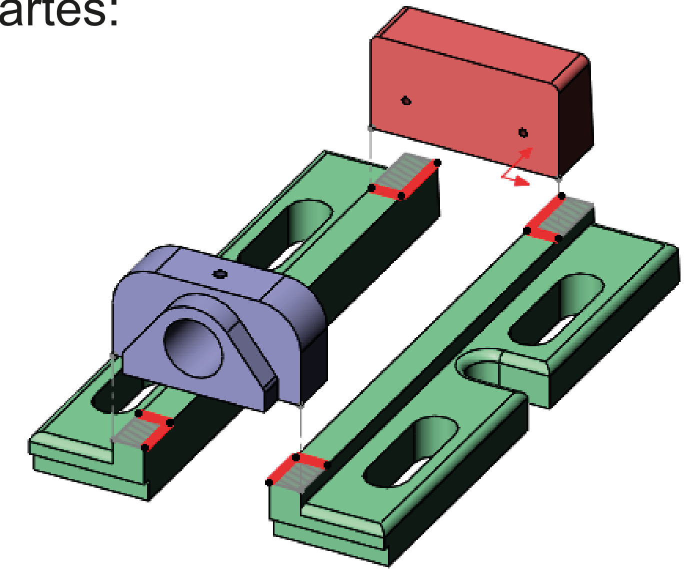
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La base se va a fabricar en cuatro partes:

- √ Las dos guías simétricas inferiores
- √ La mordaza fija
- √ El soporte para el husillo



Para completar la pieza se van a realizar las siguientes operaciones:

- √ Soldaduras en ángulo de espesor z4 aplicadas a las juntas entre las guías y la mordaza fija y entre las guías y el soporte para el husillo, marcadas con líneas gruesas rojas en la figura
- √ Una operación de rectificado aplicada a las caras superiores de las dos guías

El rectificado se debe aplicar a las caras superiores de esas guías (que están a una distancia de 14 mm desde la base), en los tramos en que no apoyan las otras dos partes (excluyendo las franjas sombreadas que indican las zonas de apoyo)

Tareas:

A Obtenga el modelo sólido de la pieza

Modele de modo que se pueda separar la geometría de los cuatro componentes

B Indique los procedimientos de fabricación en el modelo sólido

C Obtenga el dibujo de fabricación de la pieza

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

La estrategia consta de tres pasos:

1. Obtenga el modelo sólido a partir de los datos del dibujo de diseño:

   √ Modele cada parte de la pieza mediante operaciones separadas, de modo que pueda mostrar la parte que desee

   √ Suprima las operaciones de las partes previas mientras modela las nuevas, para evitar crear dependencias mutuas

2. Añada las anotaciones de fabricación al modelo:

   Aproveche los editores de *Acabado superficial* y *Soldadura*

3. Extraiga el dibujo de fabricación a partir del modelo sólido

   Extraiga también la anotación de fabricación

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

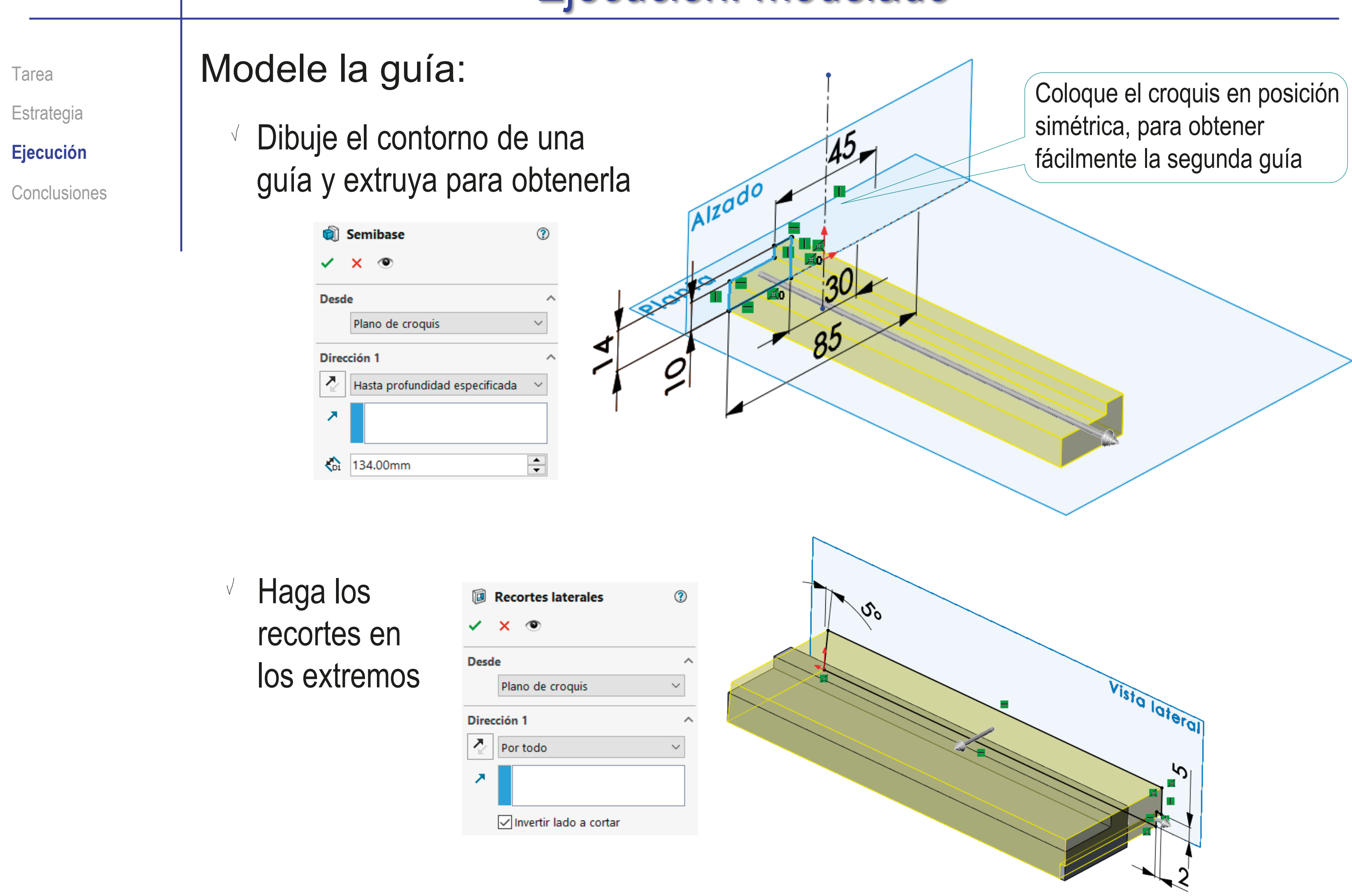
Ejecución: modelado

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Modele la guía:

√ Dibuje el contorno de una guía y extruya para obtenerla

√ Haga los recortes en los extremos



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

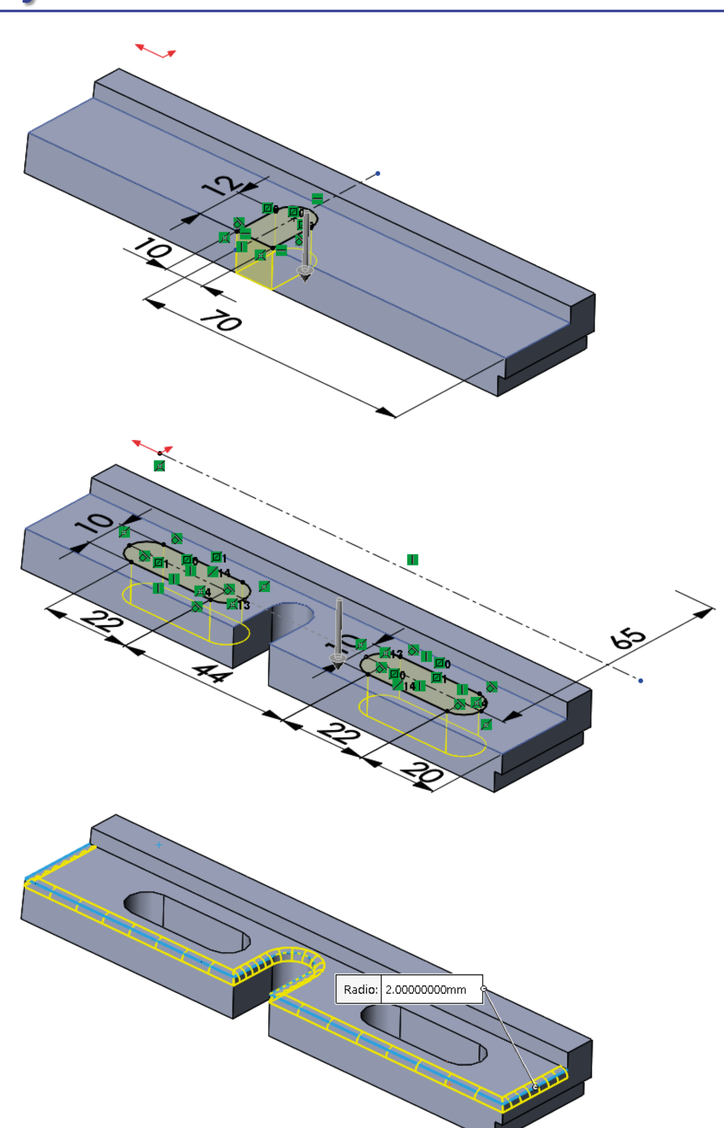
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

√ Recorte la ranura

√ Recorte los agujeros colisos

√ Añada los redondeos



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

Modele la guía simétrica:

√ Seleccione el comando *Simetría* del menú de *Operaciones*

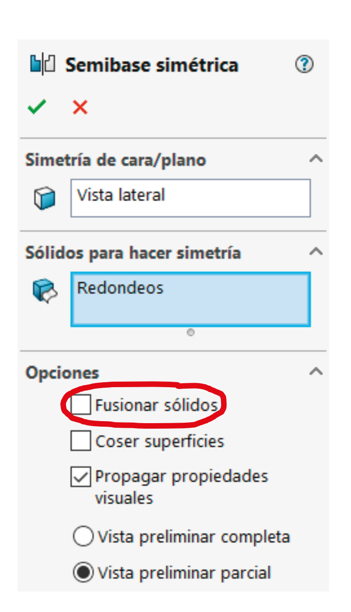
√ Seleccione la *Vista lateral* como plano de simetría

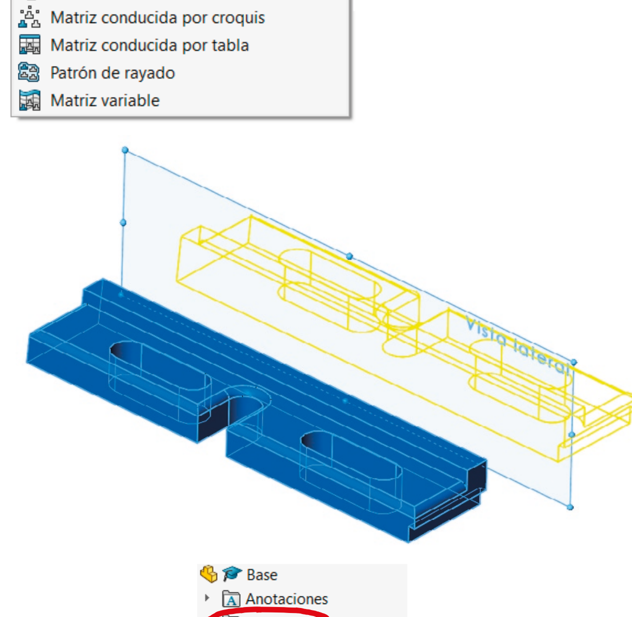
√ Seleccione la opción *Sólidos para hacer simetría*

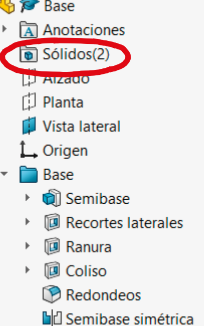
√ Desactive la opción de *Fusionar sólidos*

De modo que en el árbol del modelo se crearán dos sólidos

En éste ejemplo, la desactivación es trivial, porque los sólidos aún no pueden fusionarse







ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

Tarea

Estrategia

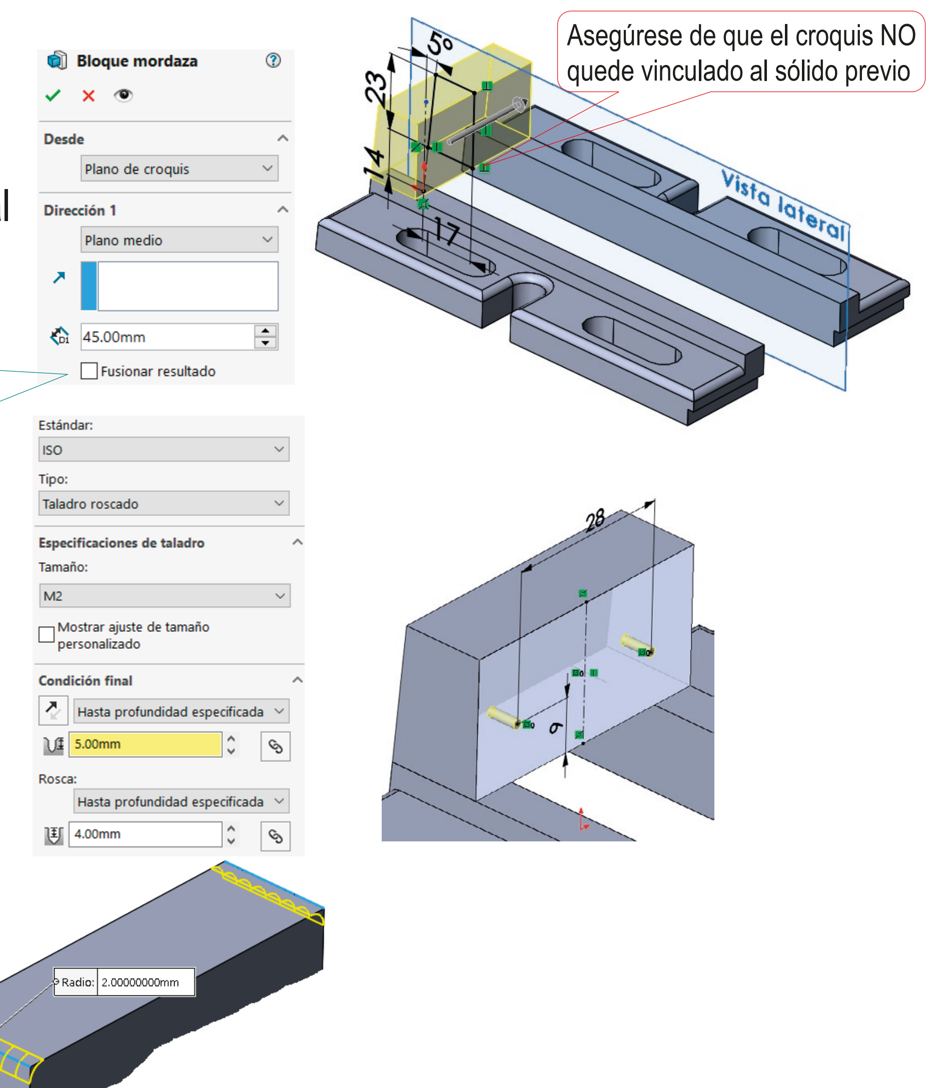
Ejecución

Conclusiones

Modele la mordaza fija:

√ Obtenga le bloque de la mordaza por extrusión de su perfil dibujado en la vista lateral

Desactive la opción de fusionar automáticamente, para evitar que se cree un único sólido al activar la base



√ Añada los dos agujeros roscado mediante una operación de taladro

√ Añada los redondeos

Ejecución: modelado

Tarea

Estrategia

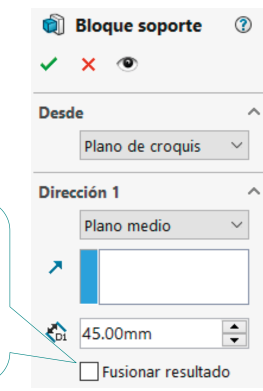
Ejecución

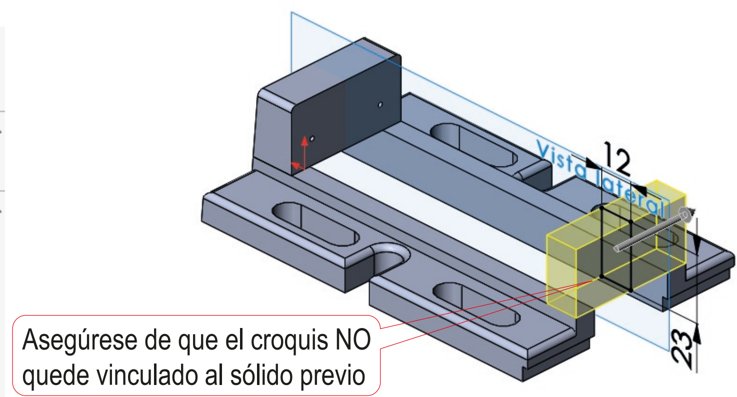
Conclusiones

Modele el soporte del husillo:

- Defina la posición de la oreja mediante un croquis auxiliar en la planta

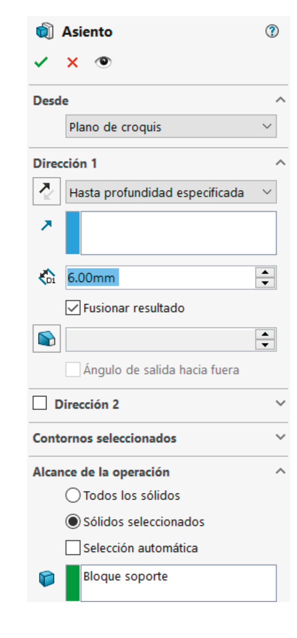
Desactive la opción de fusionar automáticamente, para evitar que se cree un único sólido al activar la base

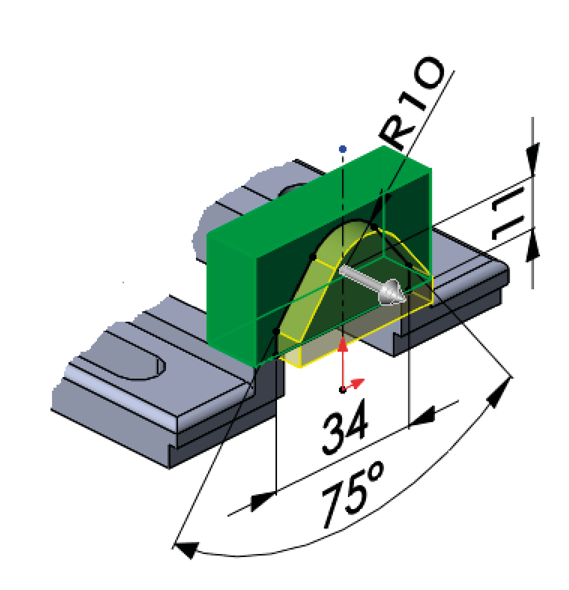




Asegúrese de que el croquis NO quede vinculado al sólido previo

- Utilice una extrusión para obtener el asiento delantero del soporte:
  - Defina el perfil en la cara delantera
  - Delimite el alcance de la fusión de sólidos al sólido del soporte del husillo





Ejecución: modelado

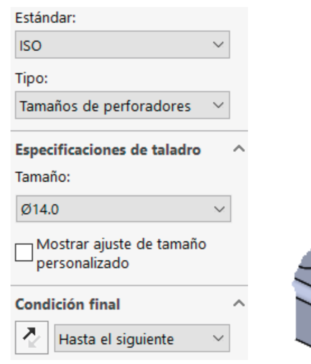
Tarea

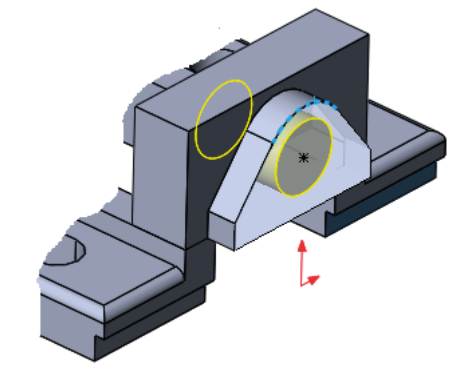
Estrategia

Ejecución

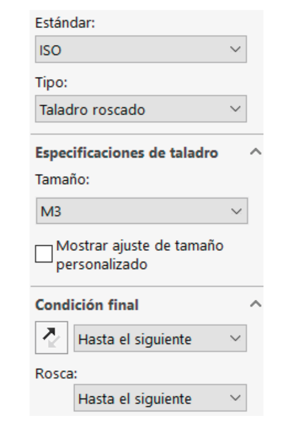
Conclusiones

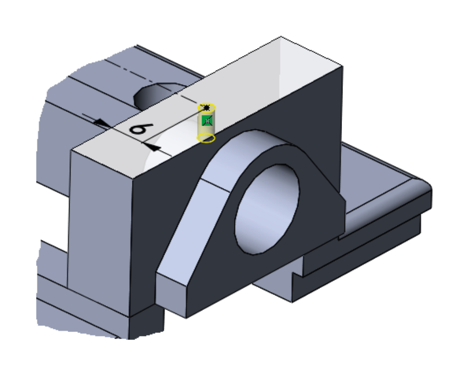
√ Añada el agujero para el casquillo mediante un taladro liso



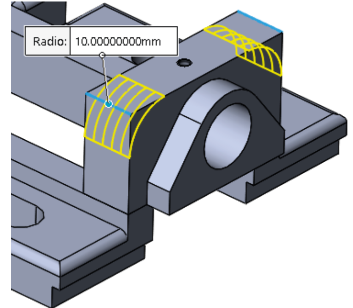


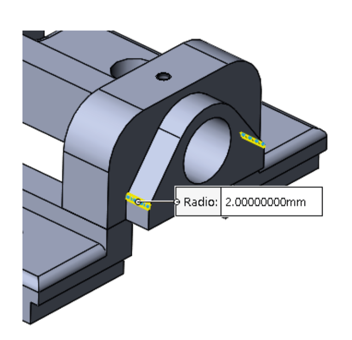
√ Añada el agujero para el tornillo prisionero mediante un taladro roscado





√ Añada los redondeos





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

Tarea

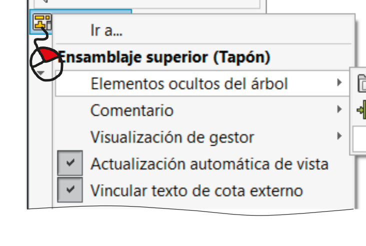
Estrategia

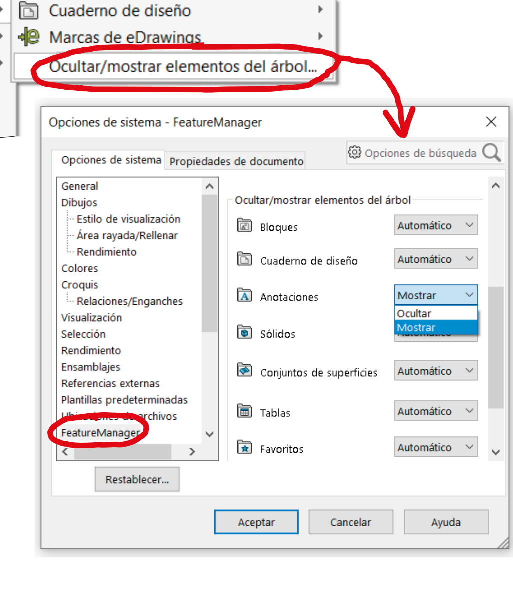
Ejecución

Conclusiones

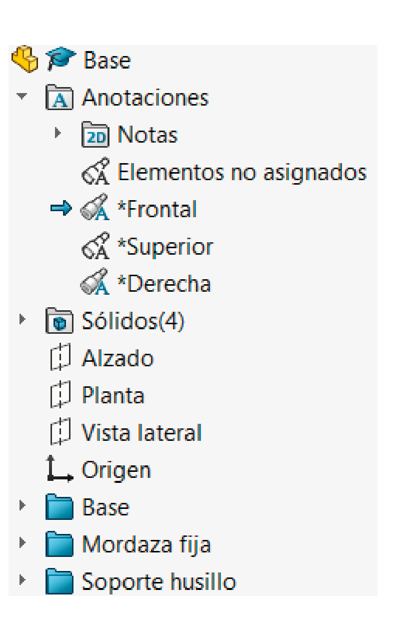
Compruebe que la carpeta de anotaciones está visible antes de añadir las anotaciones:

- Si la carpeta de *Anotaciones* no está visible en el *Feature Manager*, puede hacerla visible activando las *Opciones*





- Despliegue la carpeta *Anotaciones*



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

Tarea

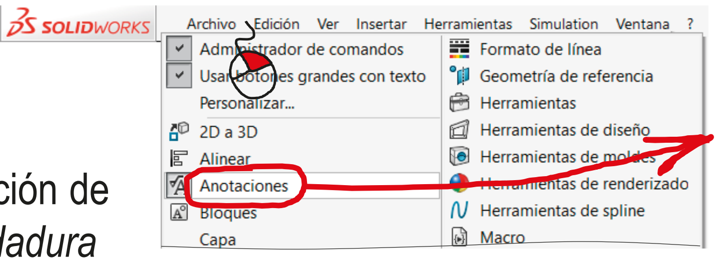
Estrategia

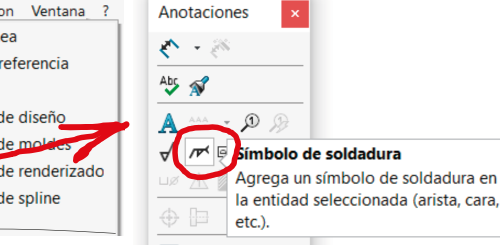
Ejecución

Conclusiones

Añada la anotación de soldadura del cordón superior de la mordaza fija:

√ Active el menú de *Anotaciones*





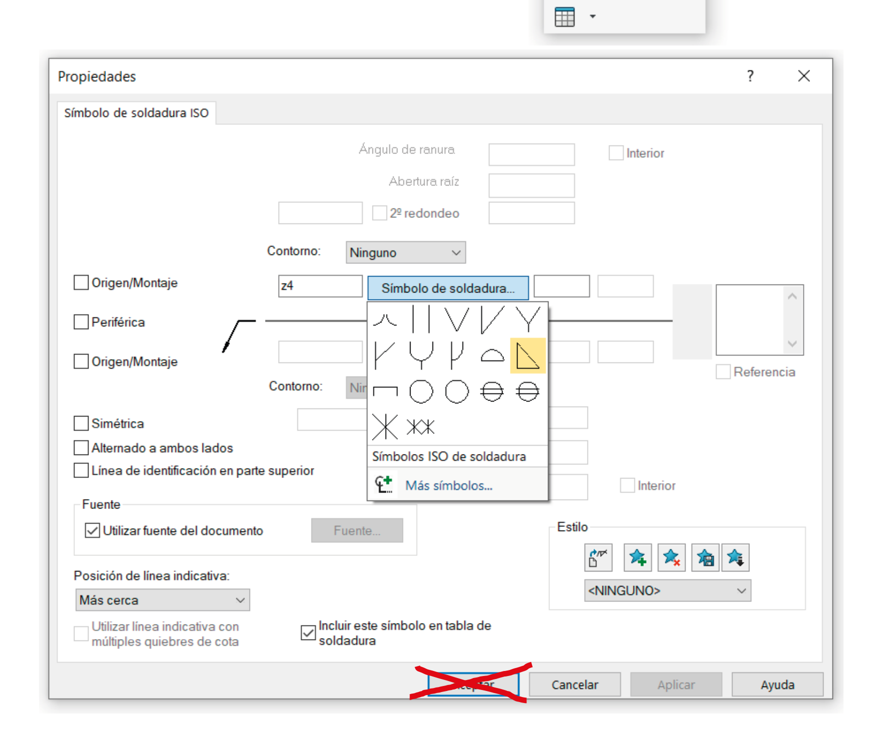
√ Seleccione la anotación de tipo *Símbolo de soldadura*

√ Rellene el campo de la etiqueta del proceso de fabricación:

√ Seleccione el símbolo de soldadura en ángulo

√ Indique el tamaño "z4" como prefijo

√ No pulse el botón de Aceptar



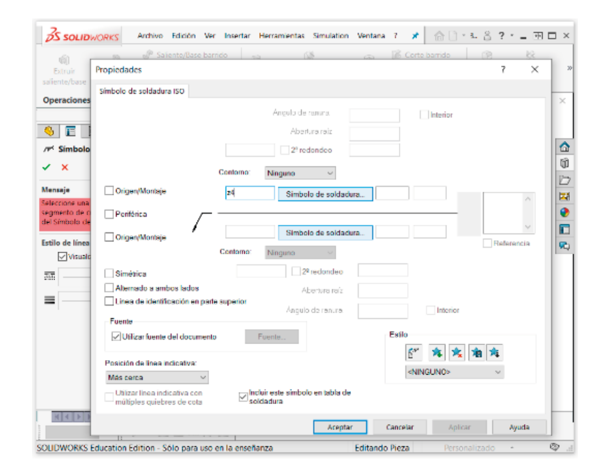
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

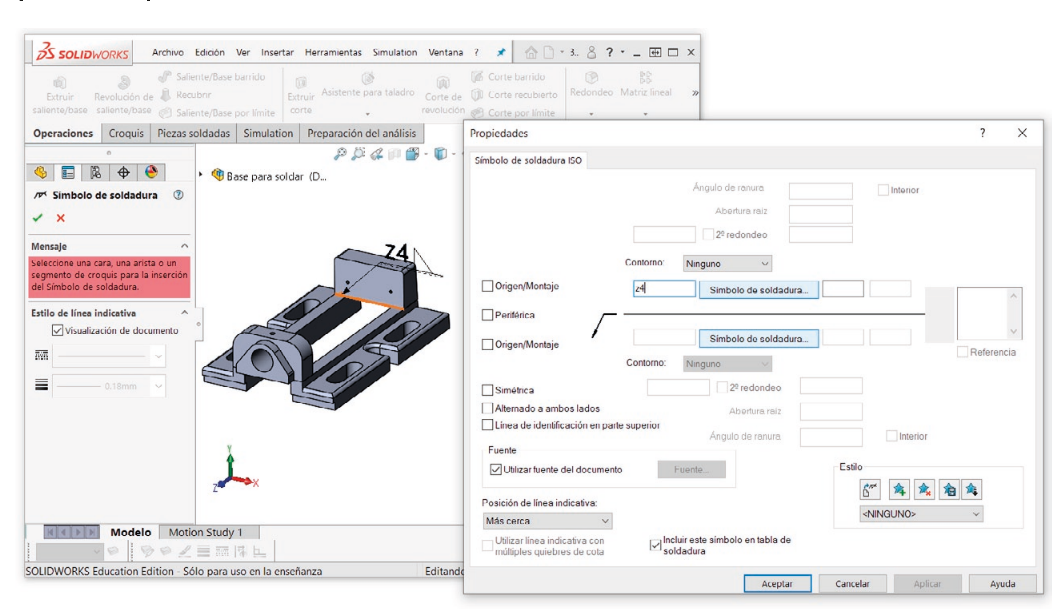
√ Desplace la ventana de diálogo del símbolo, hasta que le permita colocar el símbolo en el modelo



√ Seleccione la junta a la que se aplica la soldadura

√ Edite los puntos de inserción y asas de la anotación para colocarla en la posición de mayor visibilidad

√ Pulse *Aceptar* (o *Escape*) cuando no quiera insertar un nuevo símbolo



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

Si pulsa el botón de *Aceptar* antes de seleccionar el elemento geométrico al que se vincula la anotación, ésta queda vinculada a una nueva vista de anotación, por lo que deberá modificar su vínculo a continuación:

Notificación para vista de anotación

La anotación no se puede colocar en las vistas de anotación existentes. Se creará una nueva anotación que se llamará:

Vista de anotaciones 1

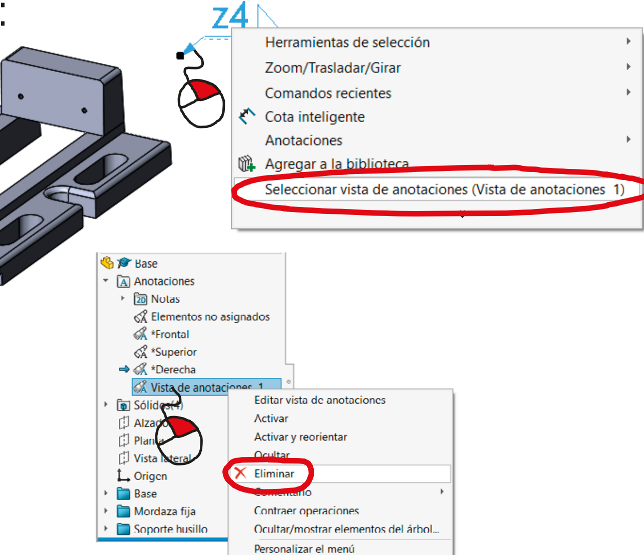
Aceptar Cancelar

- √ Acepte el aviso de que se agrupará en una vista de anotación nueva

Debido a que la vista actual del modelo no coincide con ninguna vista de anotaciones

- √ Cambie la anotación a la vista deseada:
  - √ Seleccione el símbolo y pulse el botón derecho, para mostrar el menú contextual

    Seleccione la vista de anotación en la que quiere colocar el símbolo



- √ Elimine la vista de anotación nueva

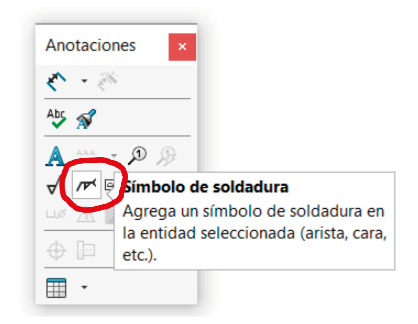
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

Añada el resto de anotaciones de soldadura:

√ Seleccione la anotación de tipo *Símbolo de soldadura*

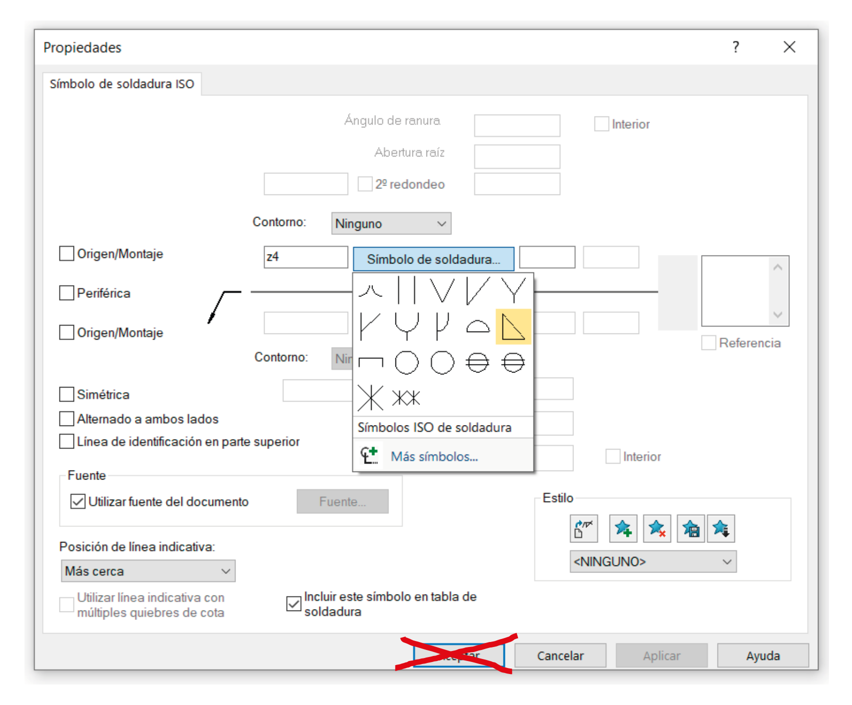


√ Rellene el campo de la etiqueta del proceso de fabricación:

√ Seleccione el símbolo de soldadura en ángulo

√ Indique el tamaño "z4" como prefijo

√ No pulse el botón de *Aceptar*



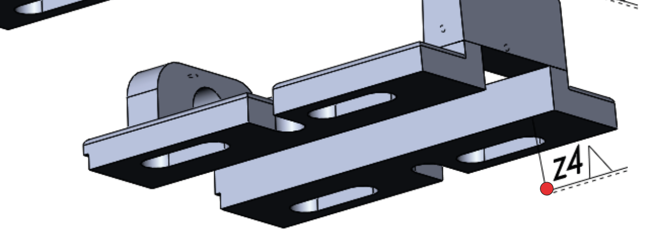
ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184



√ Seleccione la junta a la que se aplica la soldadura

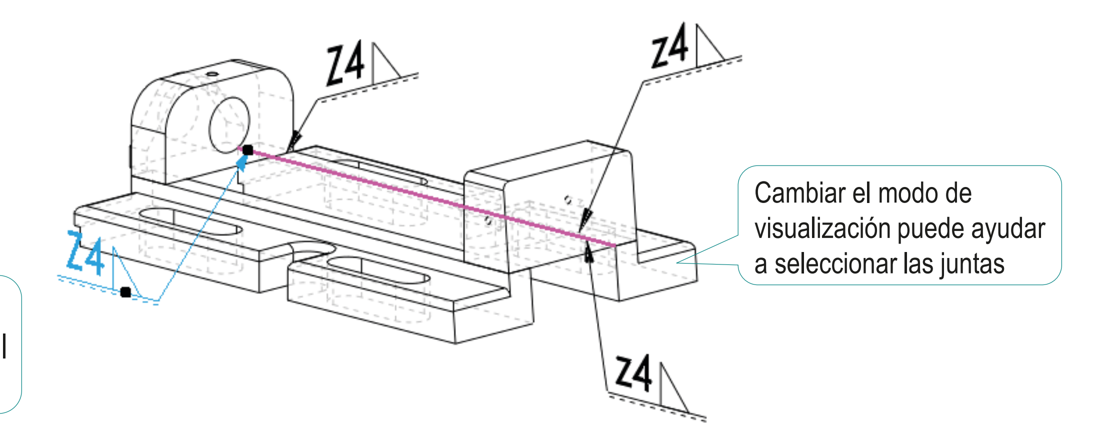
Cambie el punto de vista para seleccionar mejor la junta a soldar

√ Edite los puntos de inserción y asas de la anotación para colocarla en la posición de mayor visibilidad



√ Seleccione nuevas juntas hasta añadir todos los símbolos restantes

¡Sin necesidad de seleccionar de nuevo el símbolo de soldadura!



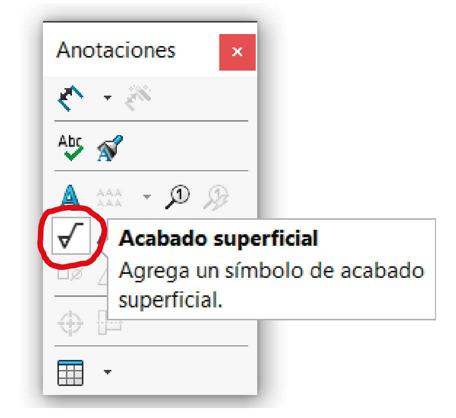
Cambiar el modo de visualización puede ayudar a seleccionar las juntas

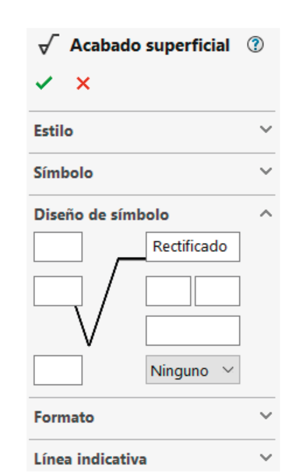
√ Pulse *Aceptar* (o *Escape*) sólo cuando ya no quiera insertar un nuevo símbolo

Ejecución: modelado

Añada la anotación de rectificado:

√ Seleccione la anotación de tipo *Acabado superficial*

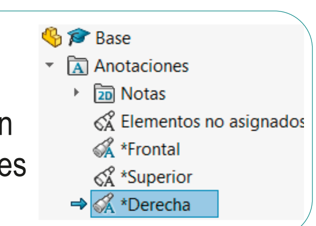


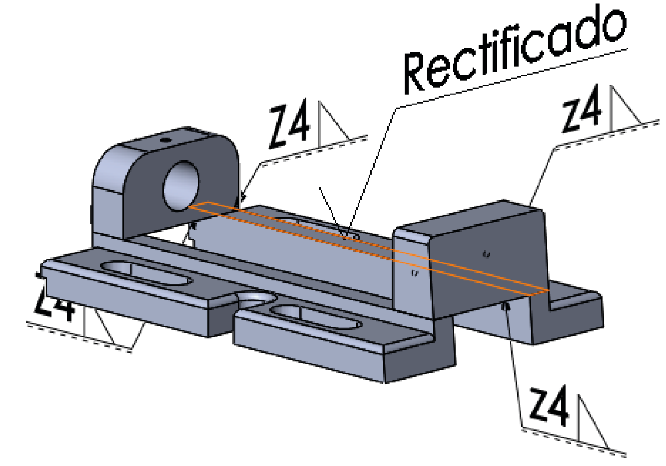


√ Rellene el campo de la etiqueta del proceso de fabricación

√ Coloque la anotación seleccionando la superficie a rectificar

Para controlar mejor la orientación de la anotación, seleccione la vista de anotación derecha como vista activa, antes de añadir la anotación



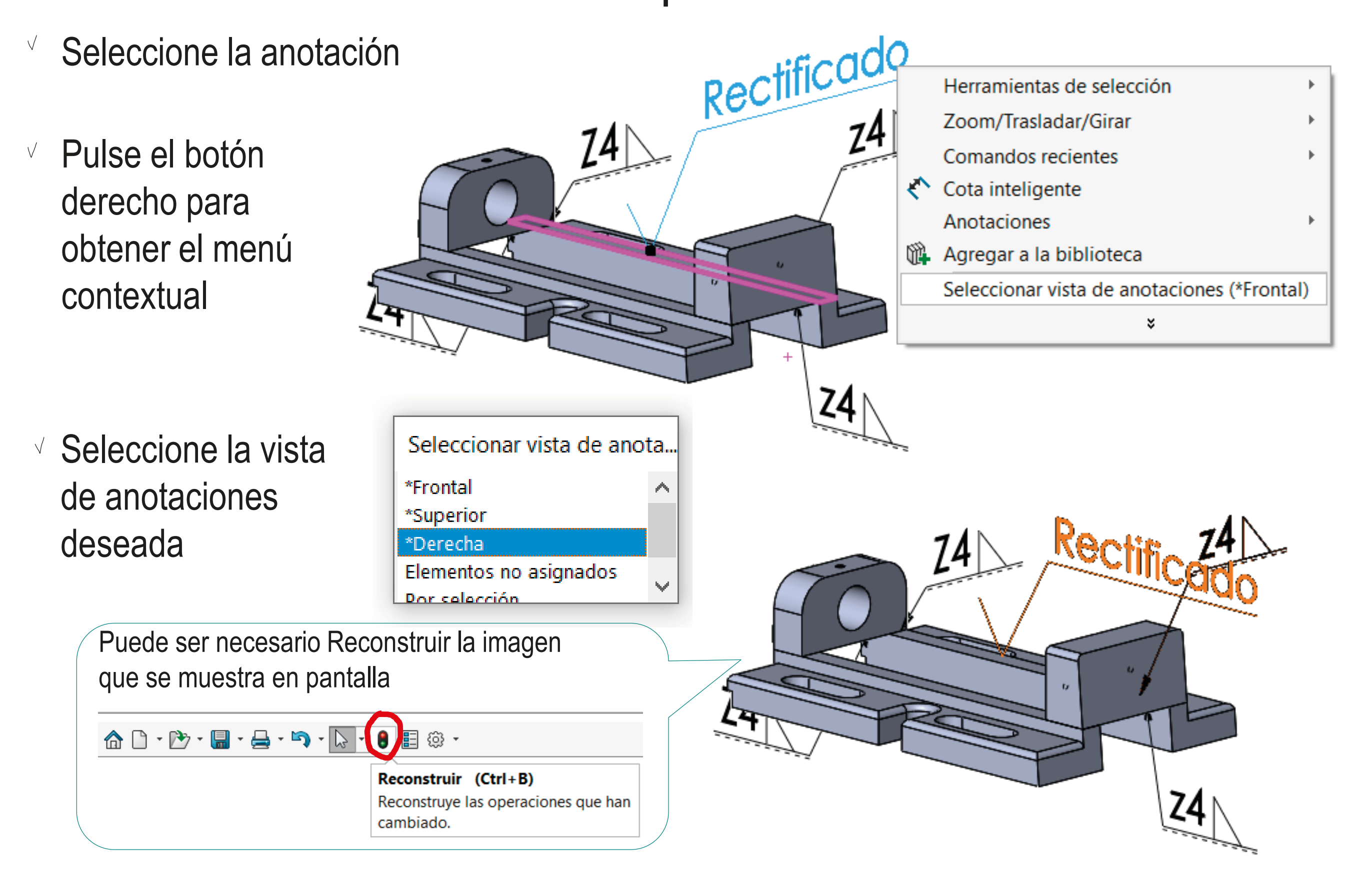


ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

Si la anotación no se orienta del modo deseado, puede cambiar la vista de anotación después de colocarla:

- Seleccione la anotación
- Pulse el botón derecho para obtener el menú contextual
- Seleccione la vista de anotaciones deseada





Debe colocar las anotaciones en vistas de anotación que favorezcan la visualización de las anotaciones en el dibujo

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujo

Tarea

Estrategia

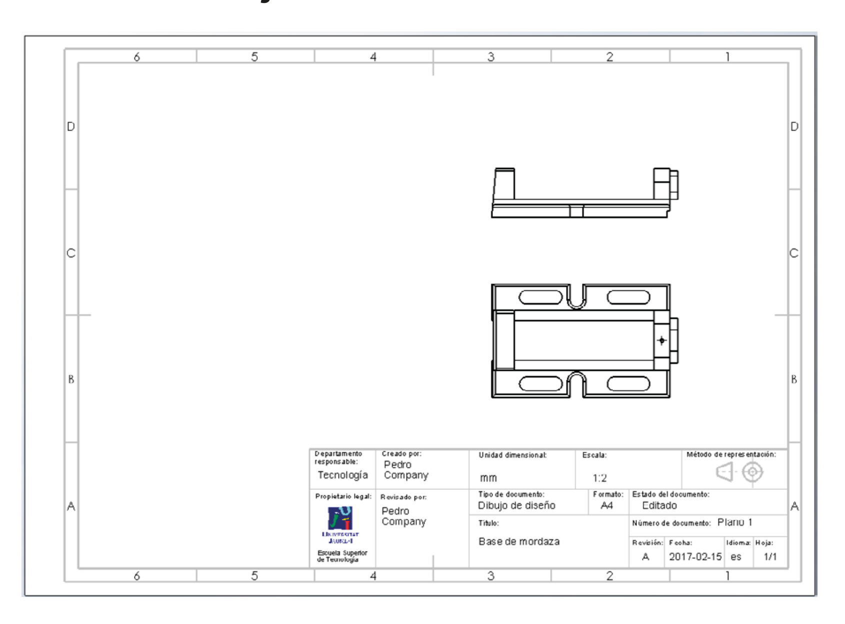
Ejecución

Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño del anclaje:

√ Empiece un dibujo nuevo en un formato A4 horizontal UJI

Ejercicio 3.1.2



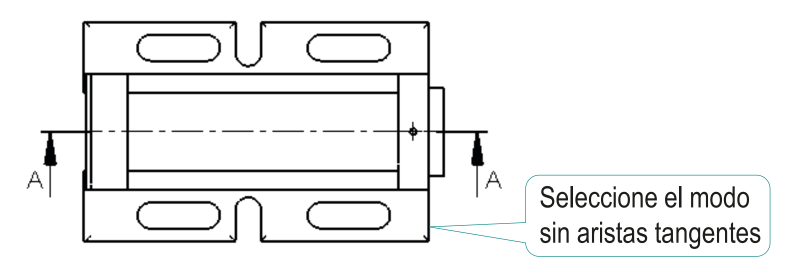
√ Extraiga la vista en planta de la base de mordaza

Puesto que el modelo está girado respecto al dibujo inicial, para obtener la planta deberá obtener primero el perfil izquierdo, y luego una vista proyectada hacia abajo

√ Obtenga el alzado cortado por el plano de simetría

Borrando previamente el alzado obtenido en el paso anterior





Seleccione el modo sin aristas tangentes

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujo

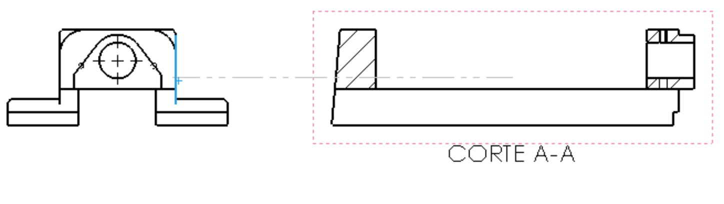
Tarea

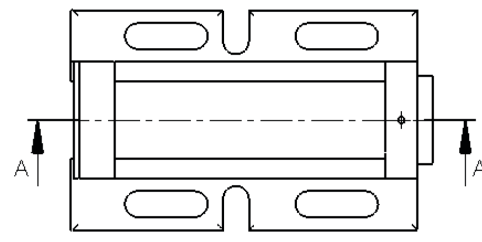
Estrategia

Ejecución

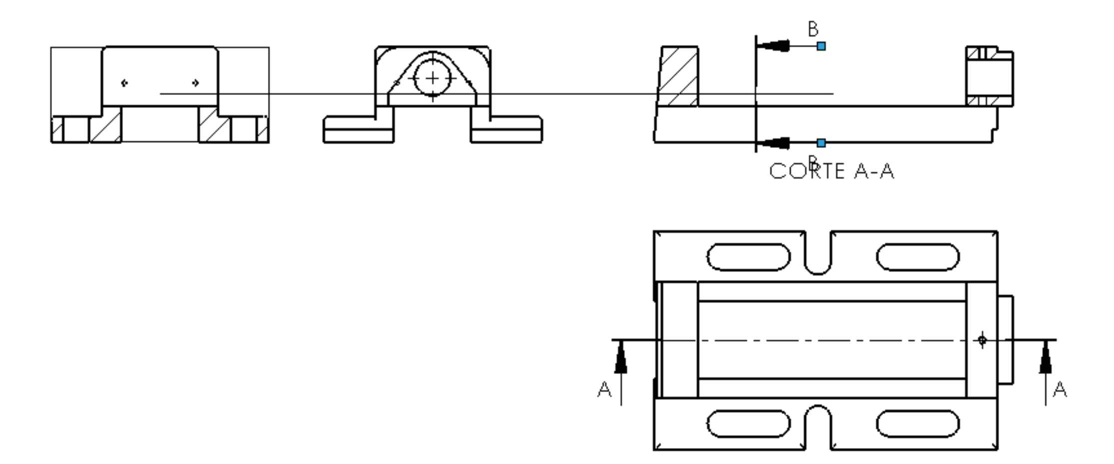
Conclusiones

√ Añada el perfil derecho, para mostrar el contorno del soporte de husillo





√ Añada también un perfil derecho cortado, para mostrar el contorno de la mordaza móvil



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

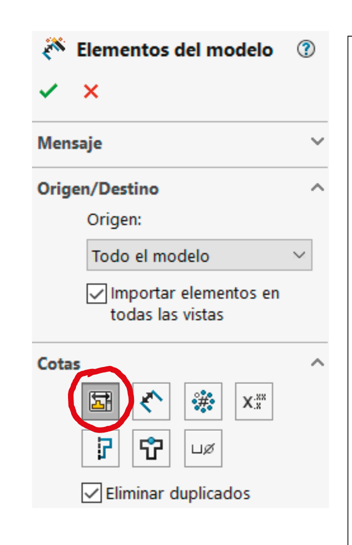
Ejecución: dibujo

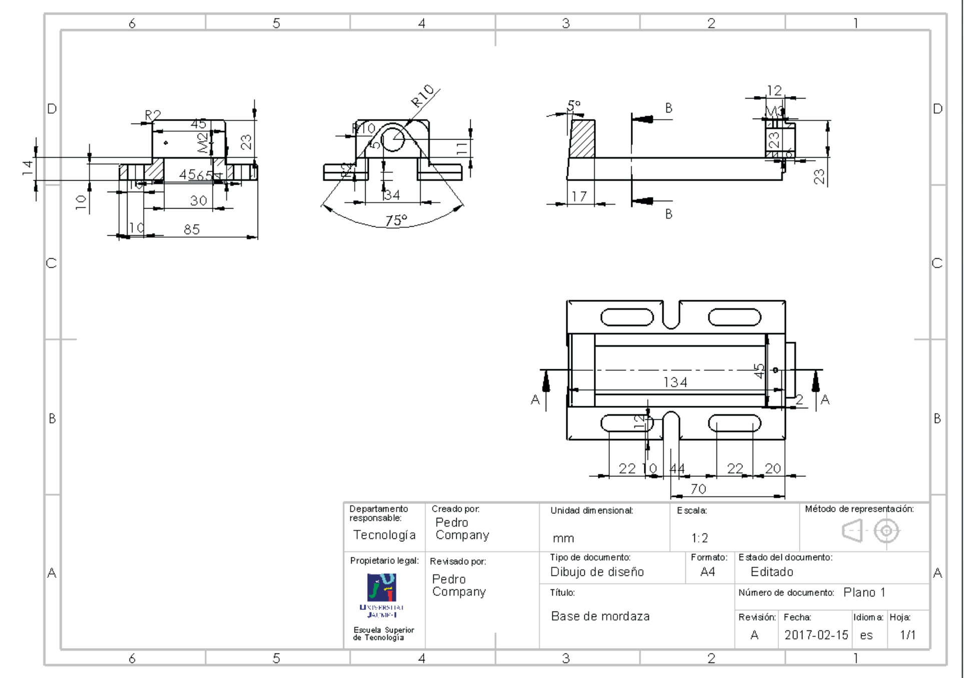
√ Extraiga las cotas del modelo:

√ Utilice el comando *Elementos del modelo* para extraer la anotación desde el modelo



√ Seleccione el tipo de anotación que desea extraer



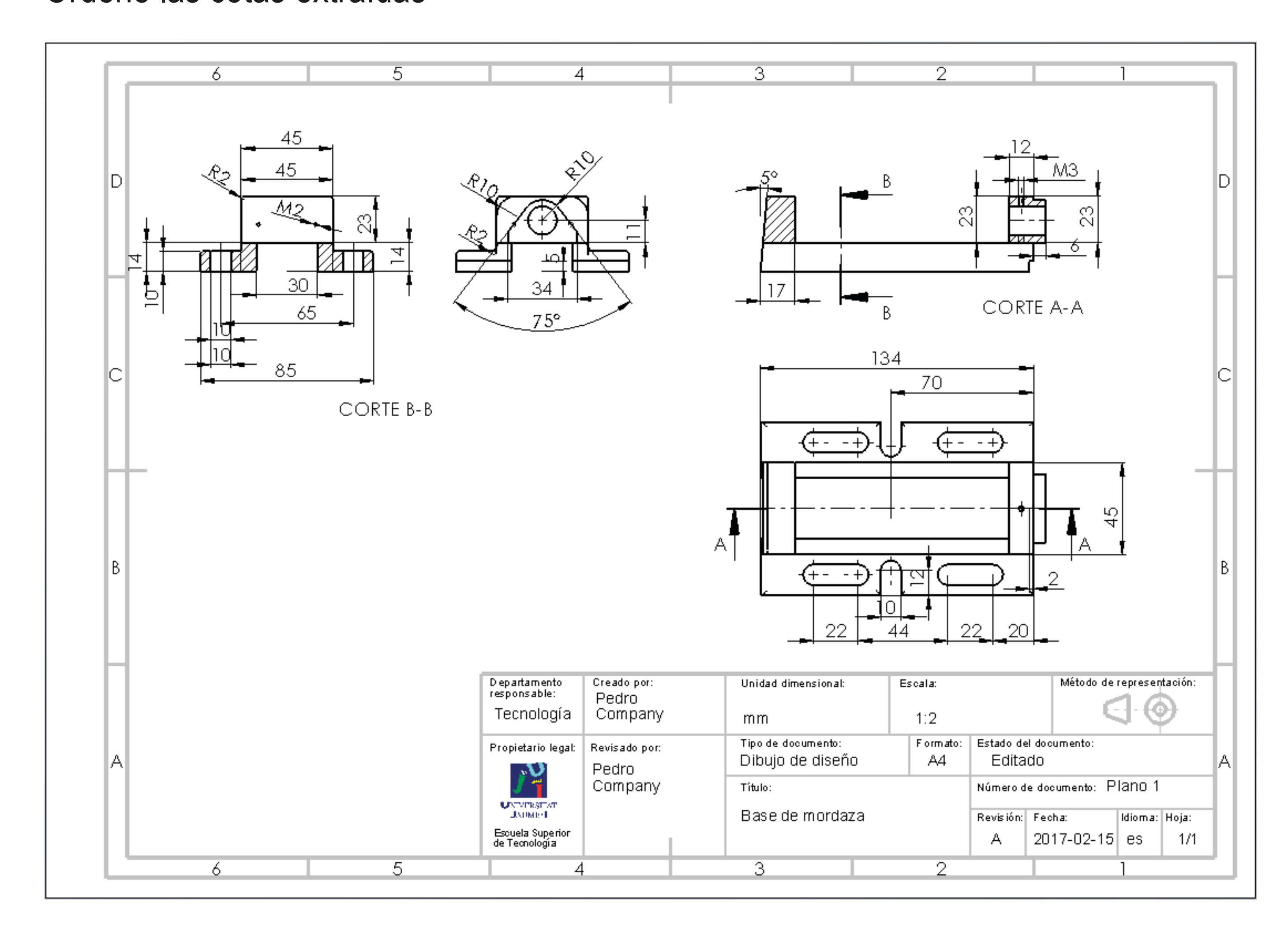


ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujo

√ Ordene las cotas extraídas



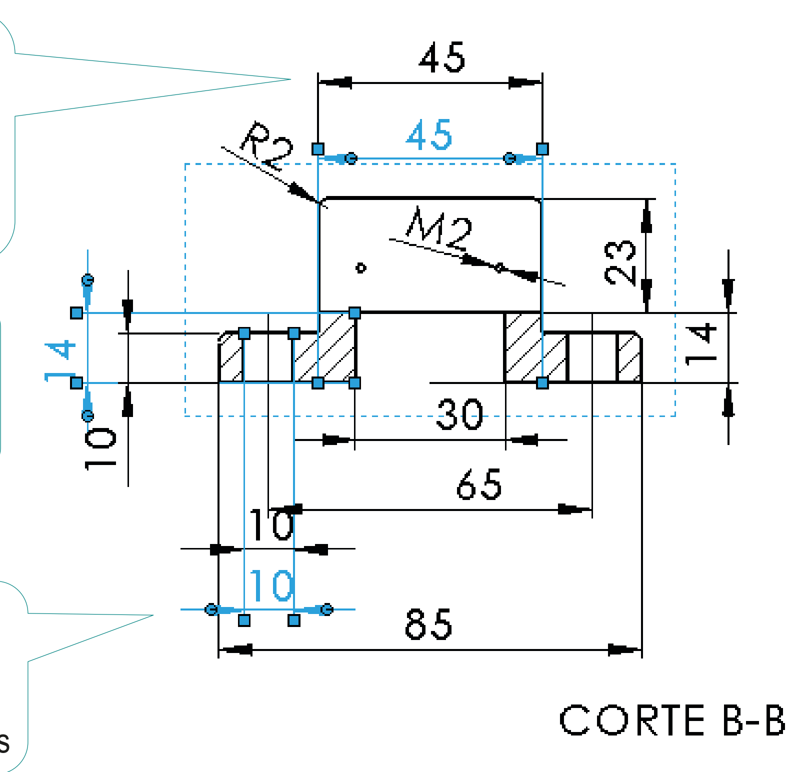
Ejecución: dibujo

- Elimine las cotas "aparentemente" duplicadas

Por ejemplo, cada cota de 45 mm indica la medida de un elemento distinto:
- Mordaza fija
- Soporte de husillo

Pero los alineamientos hacen que se vean iguales, resultando innecesario acotar ambos

Las anchuras de las ranuras colisas parece duplicada, pero es mejor trasladarlas que eliminarlas



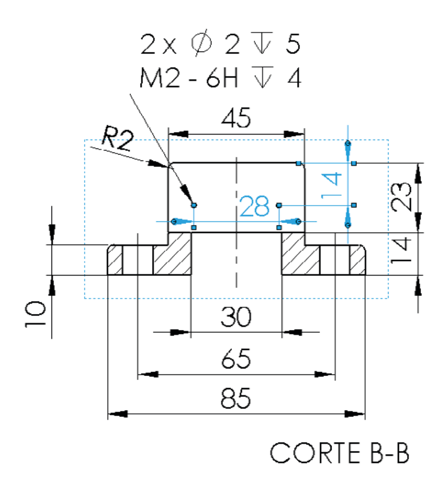
Ejecución: dibujo

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
- Conclusiones

√ Importe las cotas de los taladros

Extraiga las cotas del modelo:

√ Añada manualmente las cotas no importadas



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

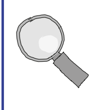
Ejecución: modelado

Tarea

Estrategia

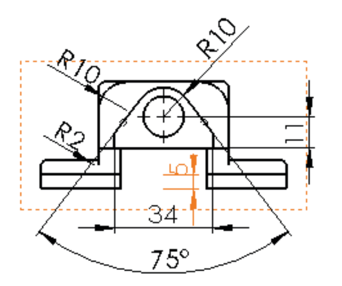
Ejecución

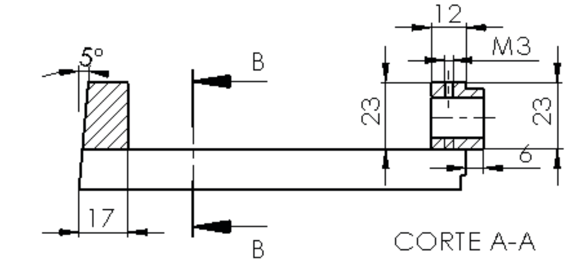
Conclusiones



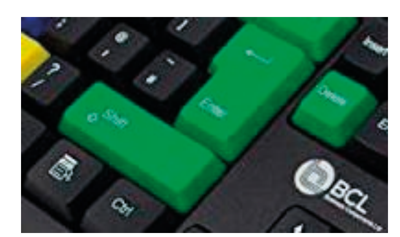
Para mejorar la legibilidad de las cotas, puede trasladar aquellas que se vean mejor en otras vistas:

- Seleccione la cota

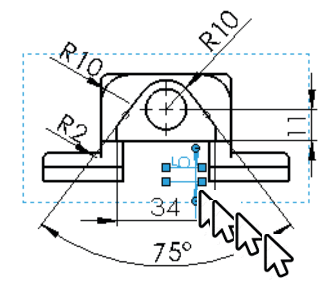


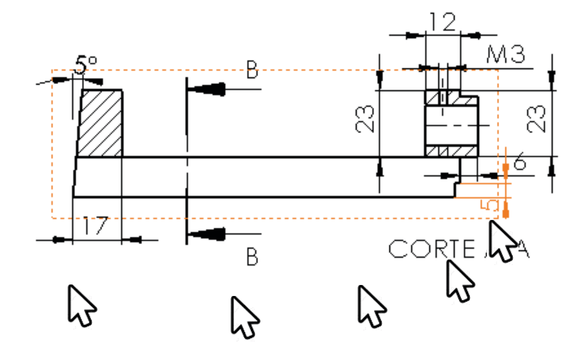


- Mantenga pulsada la tecla de *Mayúsculas* (*Shift*)



- Mueva el cursor para "arrastrar" la cota hasta la vista deseada





Ejecución: dibujo

Tarea

Estrategia

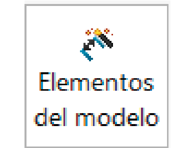
Ejecución

Conclusiones

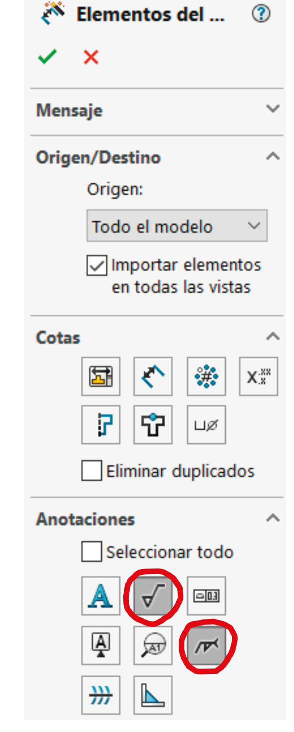
Modifique el dibujo de diseño de la mordaza de tornillo para convertirlo en un dibujo de fabricación:

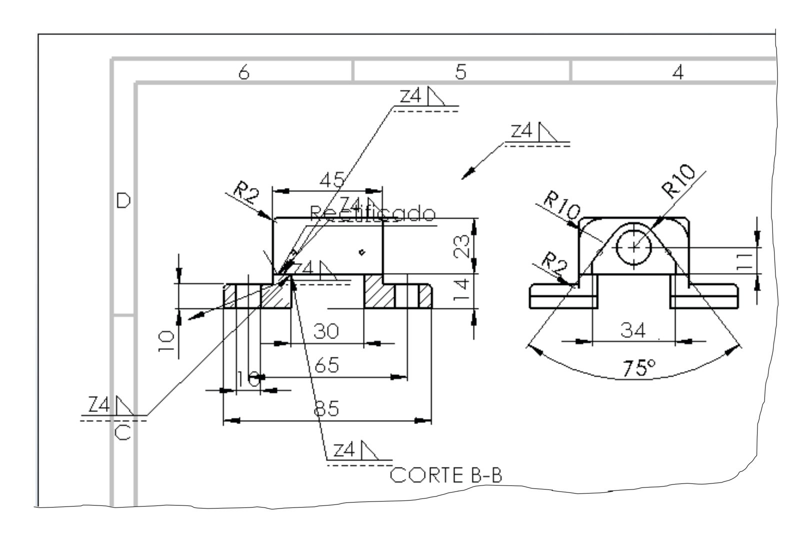
- Extraiga las anotaciones de fabricación del modelo:

  - Utilice el comando *Elementos del modelo* para extraer la anotación desde el modelo



  - Seleccione el tipo de anotación que desea extraer



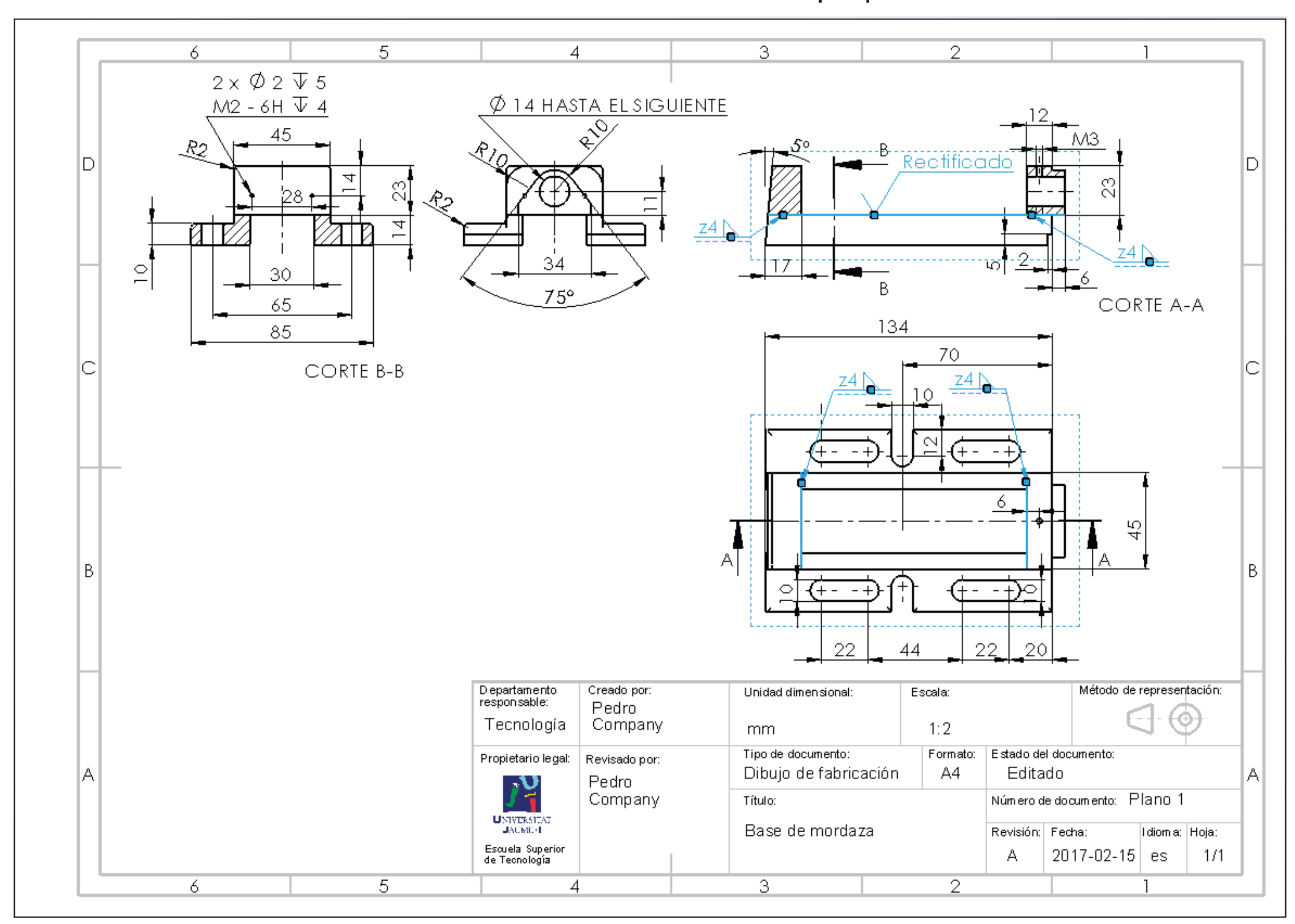


ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujo

√ Mueva las anotaciones hasta colocarlas en las vistas apropiadas



ISBN: 978-84-18951-43-5

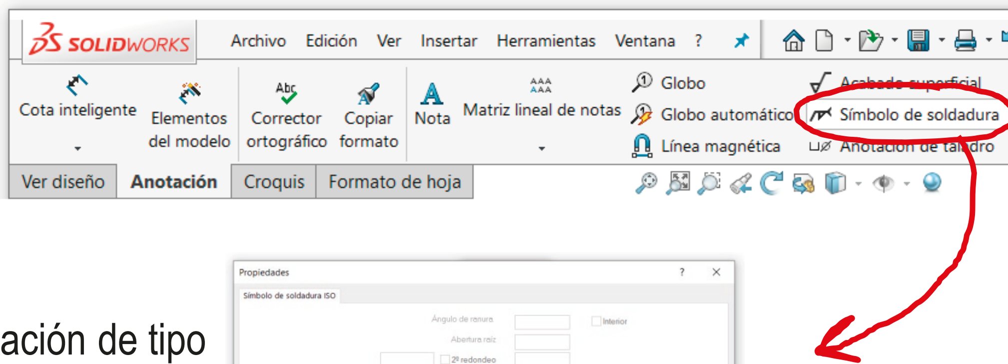
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujo

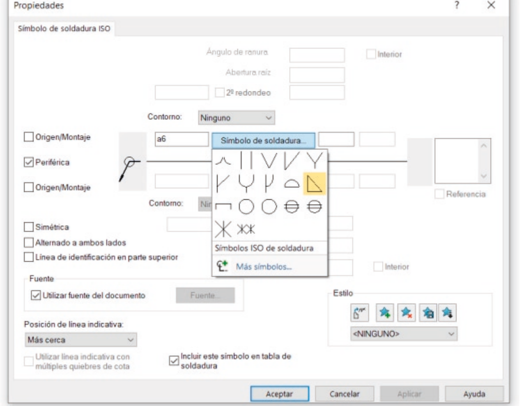


Alternativamente, puede dibujar las indicaciones de fabricación, sin extraerlas del modelo:

- Active el menú de *Anotaciones* del dibujo



- Seleccione la anotación de tipo *Símbolo de soldadura*



- Rellene los campos de la etiqueta del proceso de fabricación

- Arrastre las asas de la anotación para colocarla en el dibujo, vinculando el punto de inserción al contorno de la base de la oreja

- Repita el mismo procedimiento para la anotación de tipo *Acabado superficial*

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Las piezas soldadas se pueden modelar “por partes”

Haciendo que los diferentes componentes a soldar se modelen como piezas separadas, dentro del mismo modelo

2 Los modelos pueden contener anotaciones de fabricación

Las anotaciones se añaden con ayuda de editores de anotaciones

3 Las anotaciones en los dibujos pueden obtenerse por extracción desde las anotaciones de los modelos, o añadiéndolas diréctamente

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejercicio 4.2.4. Cigüeñal

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La figura muestra un cigüeñal de un motor de explosión monocilíndrico

Las vistas ortográficas permiten medir sus dimensiones, sabiendo que la longitud total es de 320 mm

Para completar la definición, se debe tener en cuenta que los tramos cilíndricos de los extremos están roscados con rosca de tipo métrico, y el ranurado es cilíndrico de caras paralelas según ISO 14

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Durante el diseño se han determinado los siguientes criterios que afectan a procesos de fabricación:

- √ Fabricación general mediante forja con estampa (sin arranque de material)
- √ Zonas de apoyo de cojinetes (zonas cilíndricas situadas a continuación de las bases mayores de las zonas cónicas) cilindradas
- √ Zona cilíndrica de la muñequilla (en el cilindro excéntrico donde encaja la biela) cilindrada y rectificada
- √ Acanaladuras con forma cilíndrica de flancos paralelos, según ISO 14:1982, con 8 ranuras fresadas de 7 x 30 mm

Tareas:

A Obtenga el modelo sólido del cigüeñal

B Sobre el modelo anterior, indique los criterios de fabricación especificados

C Obtenga el dibujo de fabricación del cigüeñal

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La estrategia consta de cinco pasos:

1. Obtenga las medidas mediante ingeniería inversa, a partir de la imagen con las vistas ortográficas
2. Obtenga el modelo sólido a partir de los datos del dibujo de diseño
3. Analice las indicaciones de fabricación especificadas en el enunciado para elegir los símbolos a añadir al modelo
4. Añada las anotaciones al modelo
5. Extraiga el dibujo de fabricación a partir del modelo sólido, y añada las anotaciones de fabricación

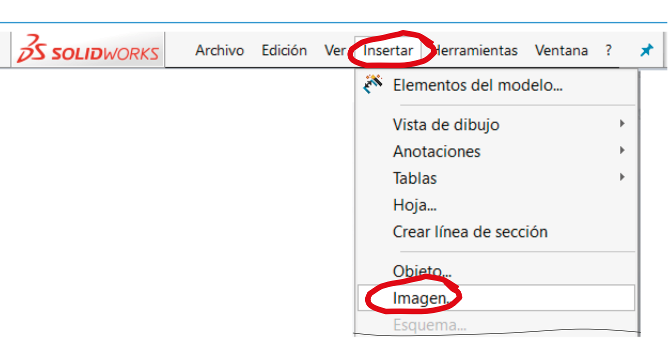
ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: medidas

Analice la imagen original por ingeniería inversa, para obtener las medidas de diseño:

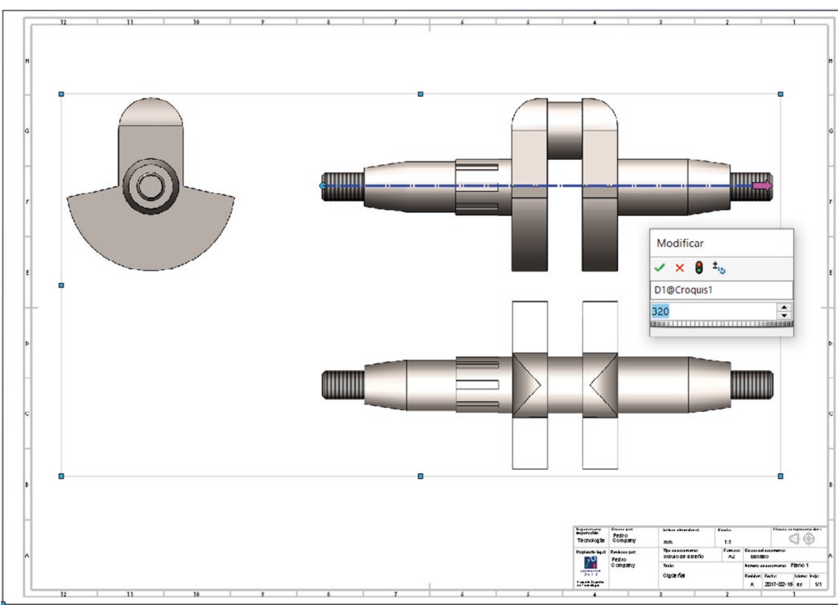
Ver lección 3.7

√ Inserte la imagen original en un dibujo con formato A2 horizontal





√ Calibre la imagen original para que quede a tamaño natural



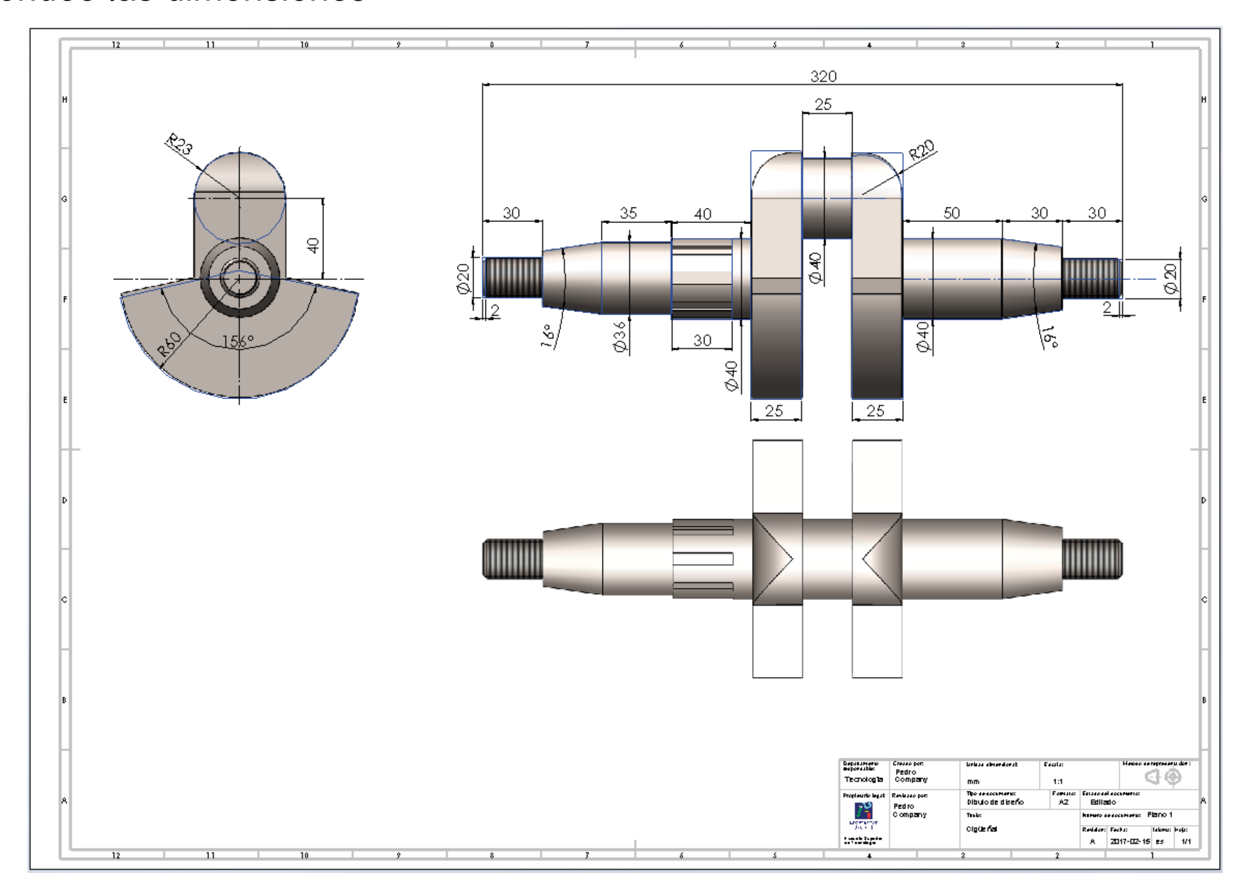
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: medidas

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

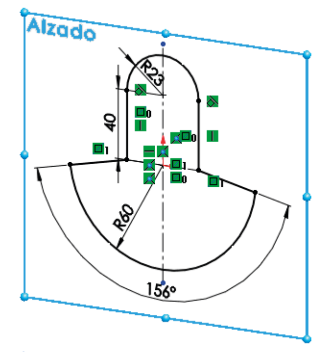
- Inserte líneas auxiliares sobre la imagen
- Añada dimensiones apoyándose en las líneas auxiliares
- Redondee las dimensiones



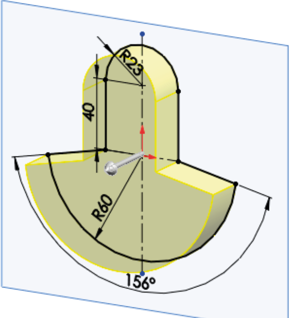
Ejecución: modelado

Modele los volantes:

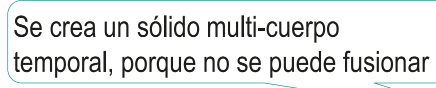
√ Dibuje el contorno de los volantes en el alzado

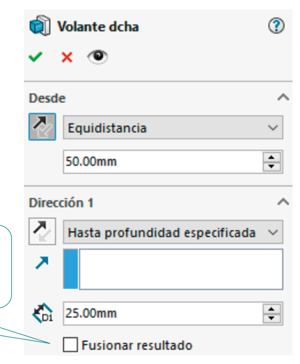


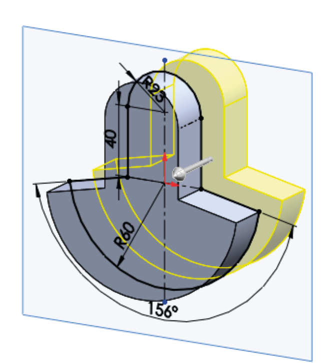
√ Extruya para obtener el volante izquierdo



√ Extruya con *equidistancia*, para obtener el volante derecho







Ejecución: modelado

Tarea

Estrategia

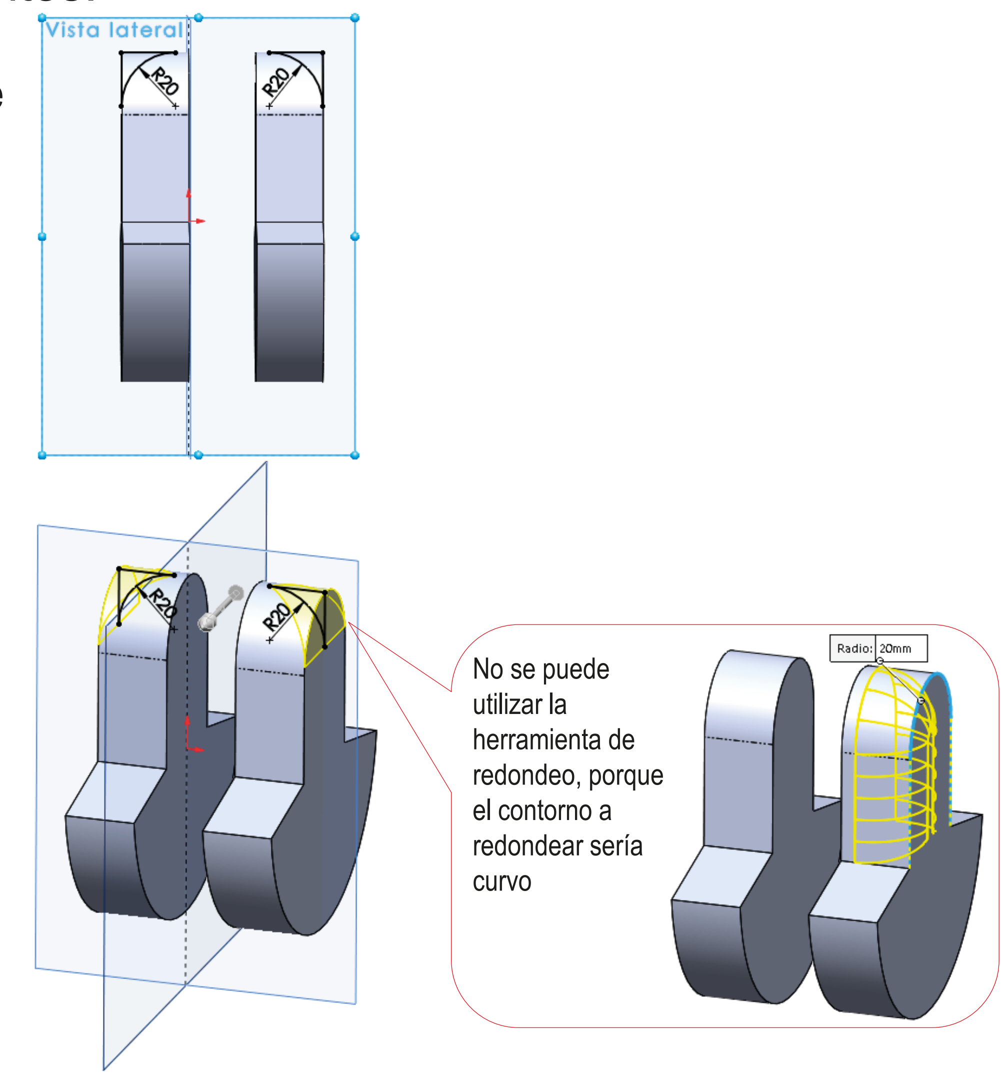
Ejecución

Conclusiones

Redondee los volantes:

√ Dibuje el contorno de los redondeos de los volantes en la vista lateral

√ Haga un corte extruido a ambos lados para obtener los redondeos de los volantes



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

Tarea

Estrategia

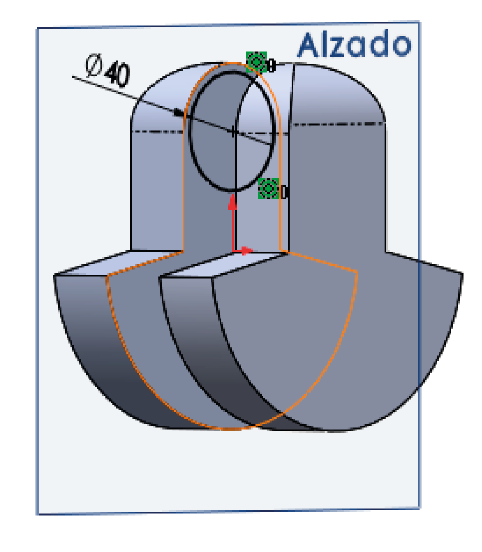
Ejecución

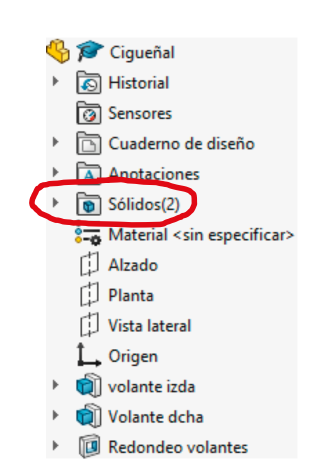
Conclusiones

Añada la muñequilla:

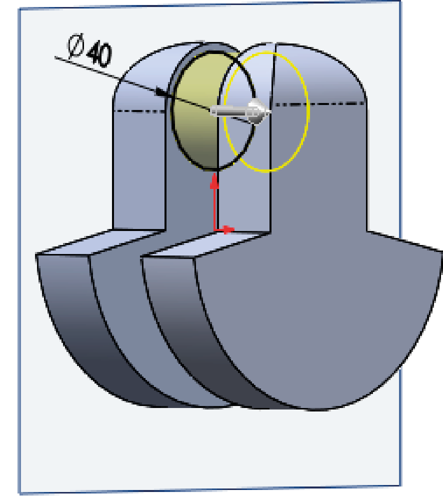
√ Dibuje el contorno de la muñequilla en el alzado

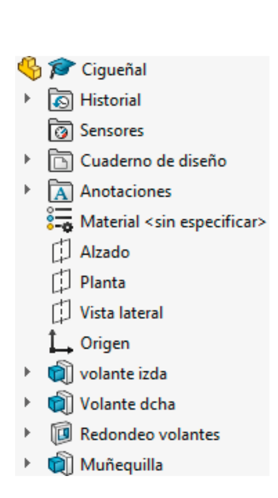
Que coincide con la cara lateral del volante izquierdo





√ Extruya hasta siguiente para unir ambos volantes mediante la muñequilla





Ejecución: modelado

Tarea

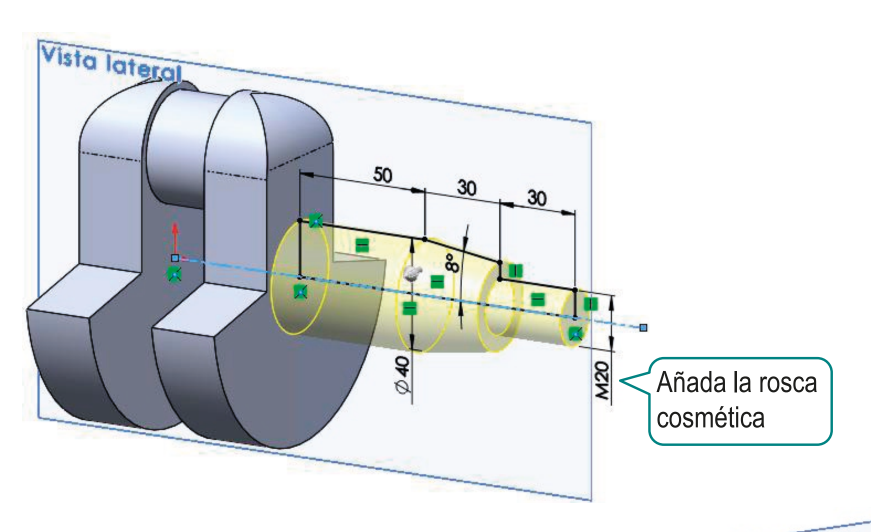
Estrategia

Ejecución

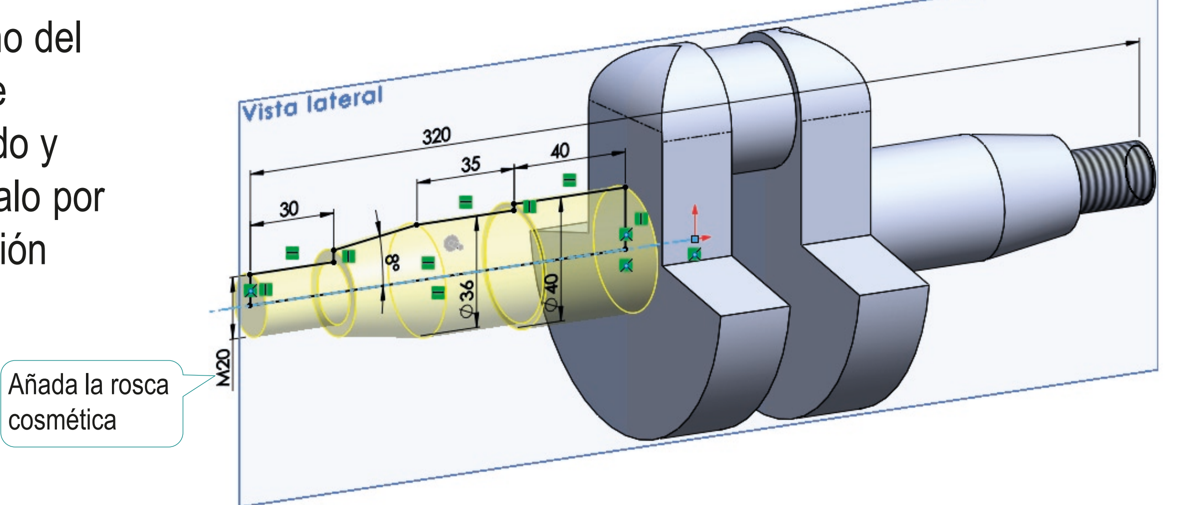
Conclusiones

Obtenga los semiejes:

√ Dibuje el contorno del semieje derecho y obténgalo por revolución



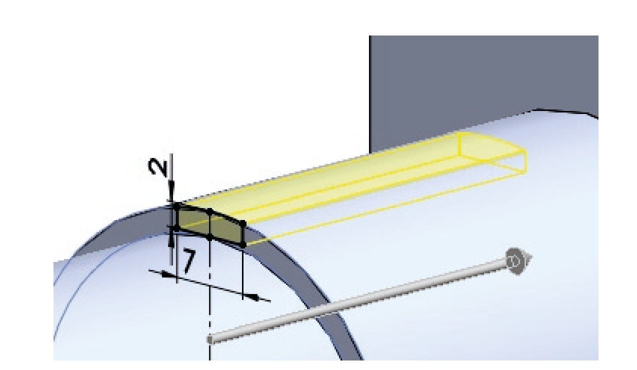
√ Dibuje el contorno del semieje izquierdo y obténgalo por revolución



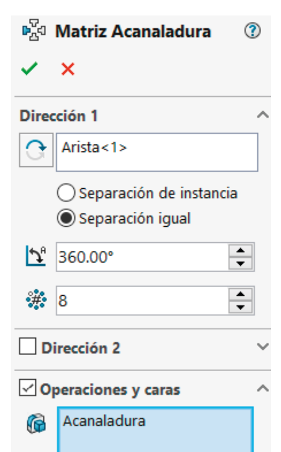
Ejecución: modelado

Obtenga las acanaladuras:

√ Dibuje el contorno de una acanaladura en el plano del escalón del semieje izquierdo

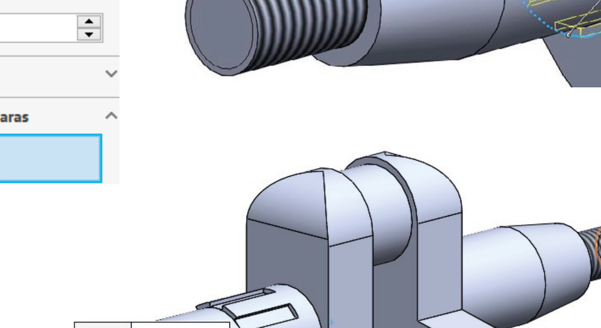


√ Extruya para obtener la acanaladura



√ Aplique un patrón para obtener todas las acanaladuras

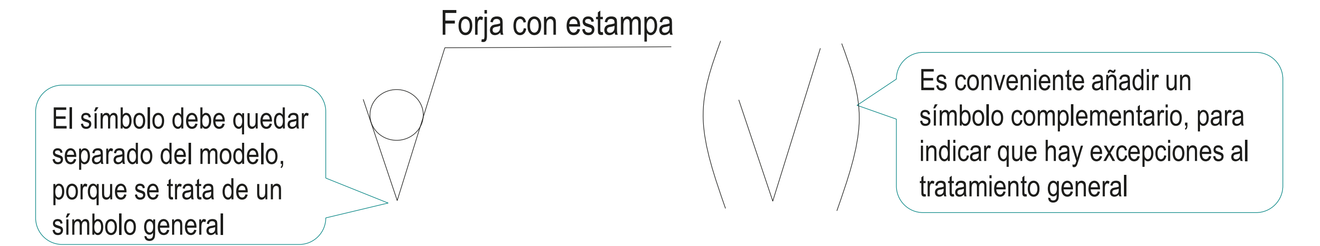
Añada los chaflanes de los extremos roscados de los semiejes



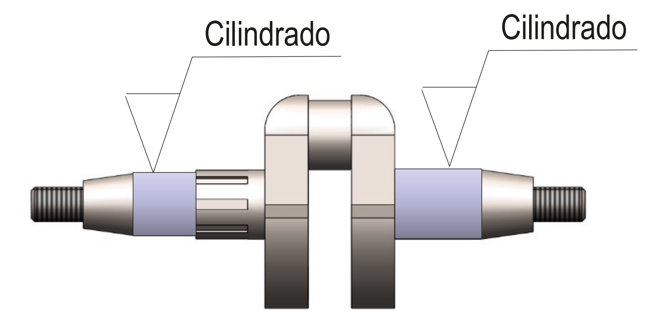
Ejecución: indicaciones de fabricación

Las representaciones de las indicaciones de fabricación son:

1 El símbolo normalizado para representar la fabricación general mediante forja con estampa (sin arranque de material) es:



2 El símbolo normalizado para representar las zonas de apoyo de cojinetes (zonas cilíndricas situadas a continuación de las bases mayores de las zonas cónicas) cilindradas es:

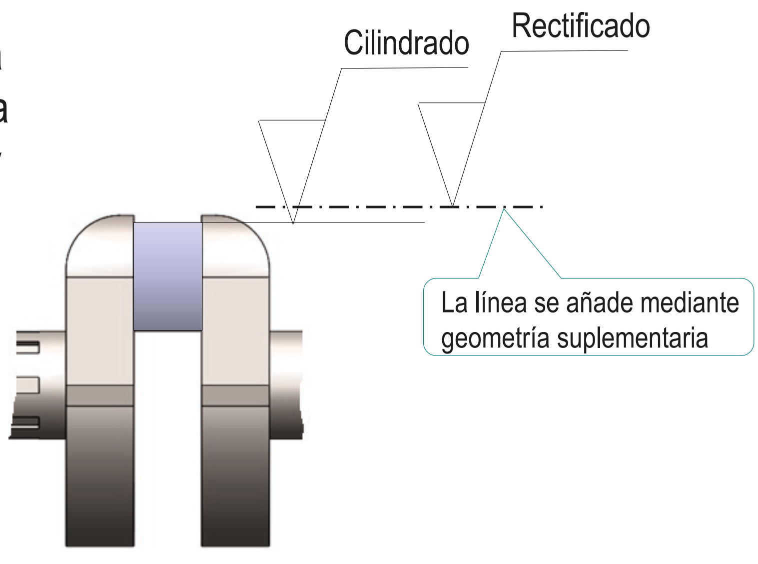


ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: indicaciones de fabricación

3 El símbolo normalizado para representar la zona cilíndrica de la muñequilla cilindrada y rectificada es:



4 El símbolo normalizado para representar las ranuras fresadas de una acanaladura con forma cilíndrica de flancos paralelos es:

Indicación del tipo de ranura

Indicación del procedimiento de fabricación

Fresado

ISO 14 8x36x40

Si no dispone del símbolo, reemplácelo por la anotación equivalente: *Acanaladura cilíndrica de flancos paralelos*

La línea de referencia permite hacer un símbolo combinado

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones en el modelo

Añada la primera indicación de fabricación mediante el editor de símbolos del menú *anotaciones*:

√ Active el plano de anotaciones

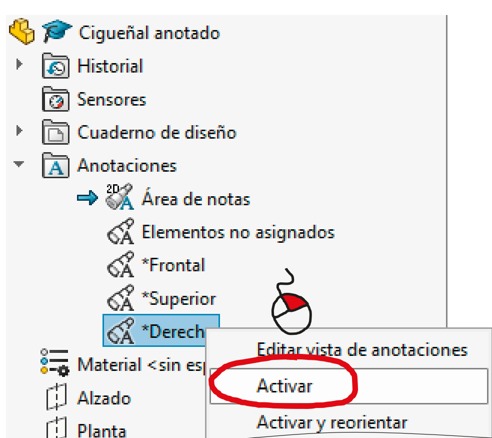
√ Seleccione la carpeta de *Anotaciones*

√ Seleccione *Detalles en el menú contextual*

√ Compruebe que la visualización de *acabados superficiales* está activa

√ Despliegue la carpeta Anotaciones

√ Active el plano derecho

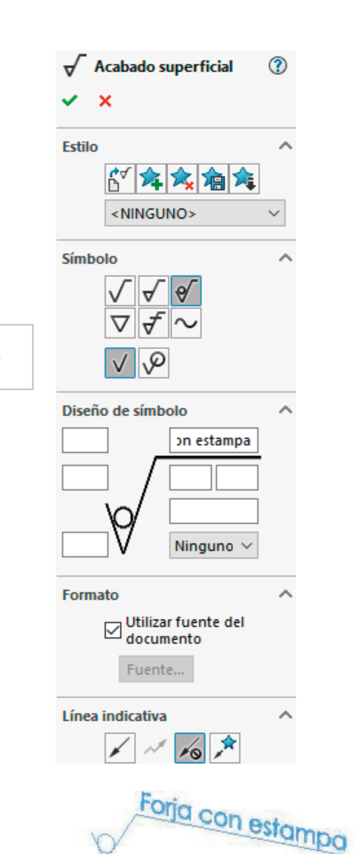


Ejecución: anotaciones en el modelo

- Active el menú de *Anotaciones*

- Seleccione *Acabado superficial*

- Edite los parámetros del comando para obtener el símbolo deseado



- Coloque el símbolo en su posición

Al tratarse de un símbolo general, debe quedar separado del modelo

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones en el modelo

Tarea

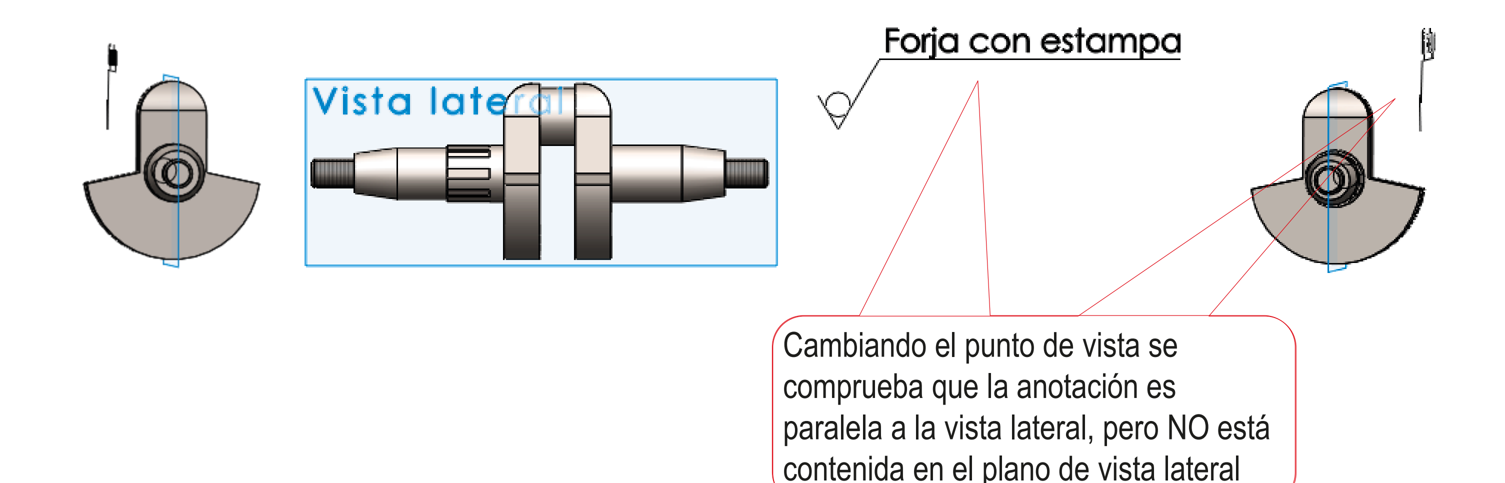
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

El elemento señalado por la flecha de referencia de la anotación determina la profundidad a la que se emplaza…

…pero cuando la nota no lleva flecha de referencia, la profundidad es arbitraria

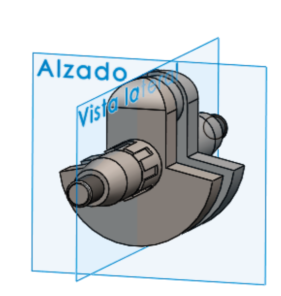


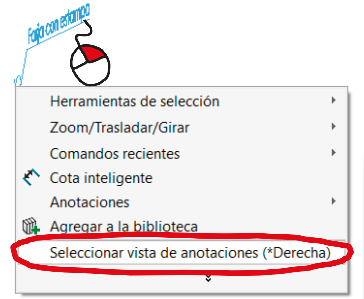
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones



Puede modificar la colocación manualmente:

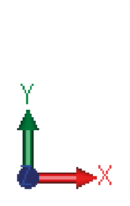
√ Cambie el símbolo a la vista de anotaciones frontal

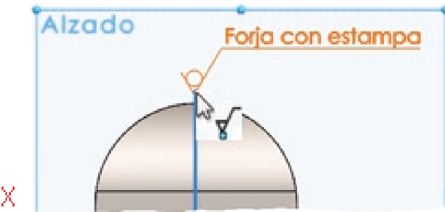




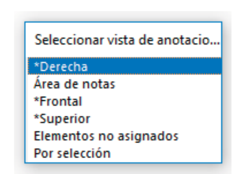
√ Arrastre la nota hasta el borde de la vista lateral

Así se coloca la nota a la misma profundidad (cota X=0) que el plano de la vista lateral



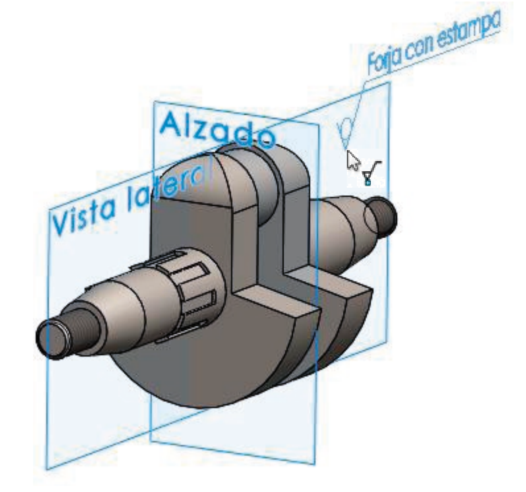


√ Vuelva a cambiar la vista de anotaciones a la vista derecha



√ Desplace la nota dentro del plano lateral

Así se coloca la nota en las coordenadas Y y Z requeridas



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones en el modelo

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Repita el procedimiento para añadir el símbolo que indica que hay excepciones:

√ Active la vista frontal de anotaciones

Doble click para activar

Anotaciones
Área de notas
Elementos no asignados
*Frontal
*Superior
*Derecha

√ Utilice el editor de estados superficiales para obtener un símbolo general

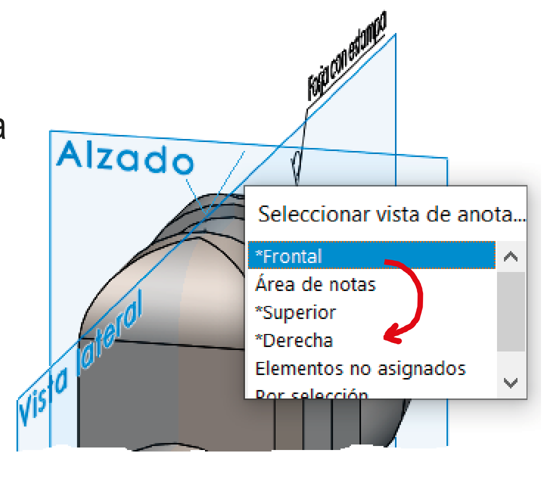
Símbolo
Diseño de símbolo
Ninguno

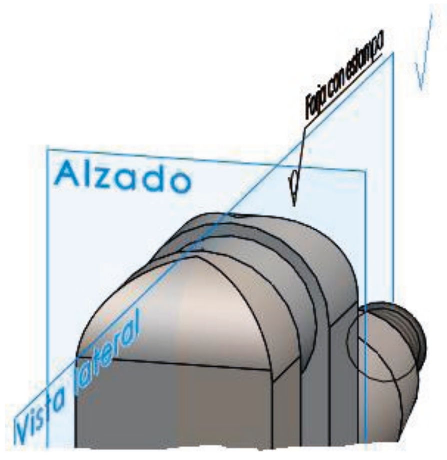
Alzado

√ Coloque el símbolo sobre el borde del plano derecho

√ Cambie el símbolo a la vista de anotaciones derecha

√ Desplace el símbolo (dentro de la vista derecha) hasta colocarlo al lado del símbolo anterior





ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

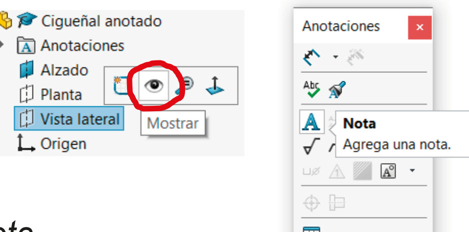
Ejecución: anotaciones en el modelo



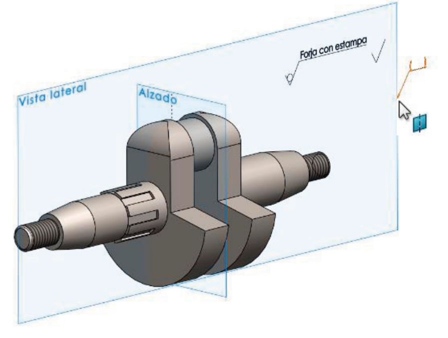
Puesto que el editor del símbolo no incluye la opción de ponerlo entre paréntesis…

…debe añadir el paréntesis como una nota de texto:

√ Haga visible el plano de referencia derecho

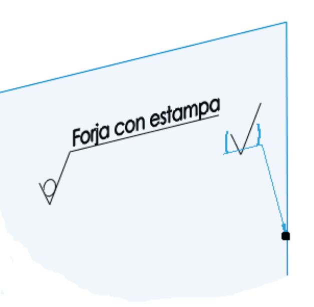


√ Seleccione la anotación *Nota*, y escriba la nota "(   )"

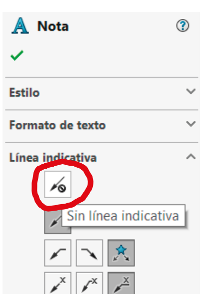


√ Coloque la flecha de referencia sobre el borde del plano derecho

Así la nota queda vinculada a esa vista de anotación



√ Desplace la nota hasta colocarla intercalada con el símbolo anterior



√ Elimine la flecha de referencia

Que ha servido para vincular la nota a la vista de referencia derecha

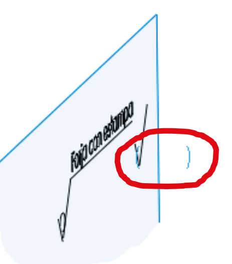
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

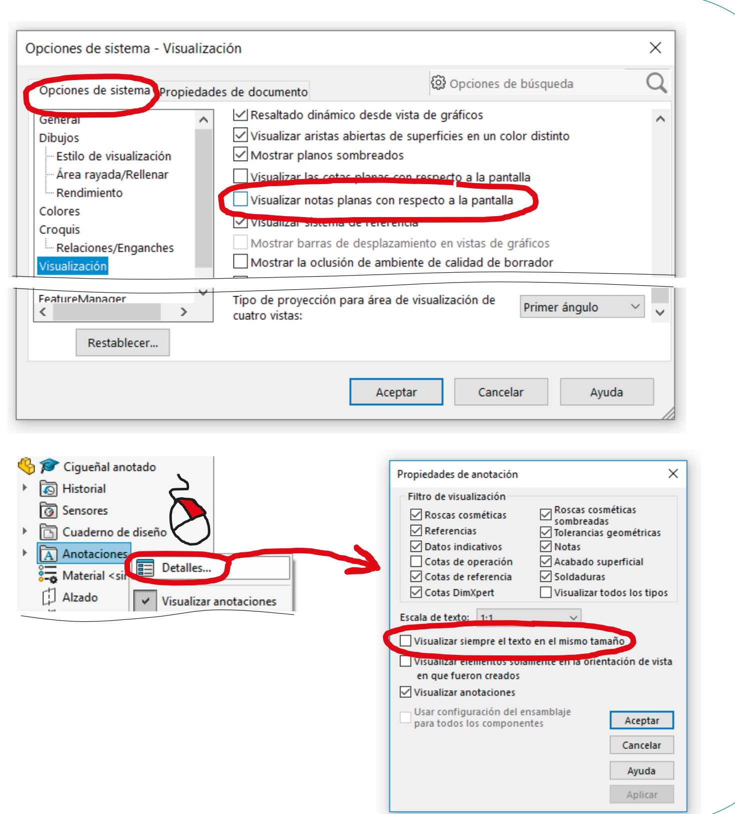
Ejecución: anotaciones en el modelo

Evite que al cambiar el zoom o el punto de vista, la nota se reoriente por separado



Para que se mantengan coplanarias, debe **desactivar** la *visualización de notas planas*

Para que no cambien sus tamaños ni posiciones relativas, debe **desactivar** *visualizar el texto con su tamaño real*



ISBN: 978-84-18951-43-5

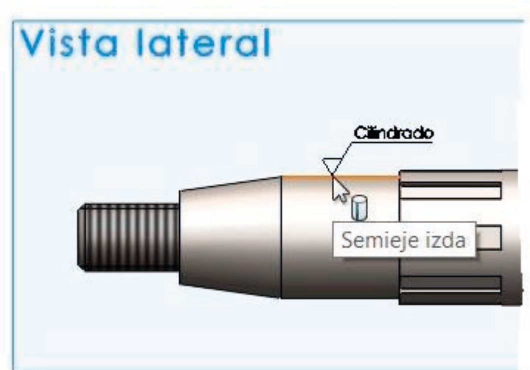
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones en el modelo

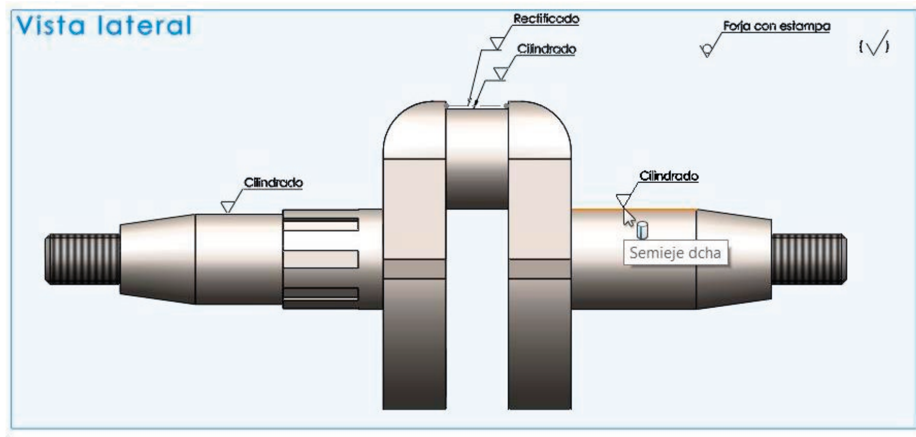
Añada las dos copias de la segunda anotación:

- Seleccione el plano derecho como plano de anotaciones
- Seleccione *Acabado superficial*
- Edite los parámetros del símbolo
- Coloque el primer símbolo señalando la generatriz del contorno del cilindro





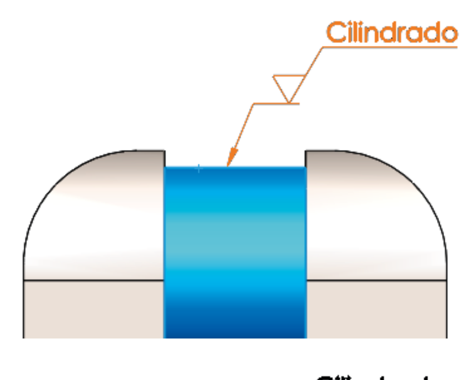
- Coloque el segundo símbolo señalando la generatriz del contorno del cilindro



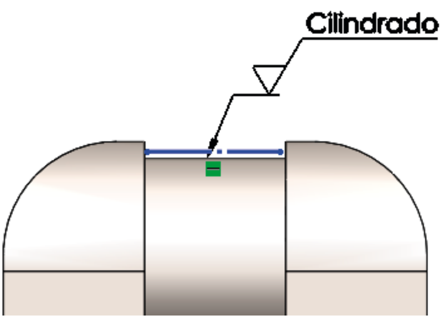
Ejecución: anotaciones en el modelo

Añada la tercera anotación:

√ Añada la indicación de cilindrado apoyada sobre el contorno de la muñequilla, en la vista de anotaciones derecha



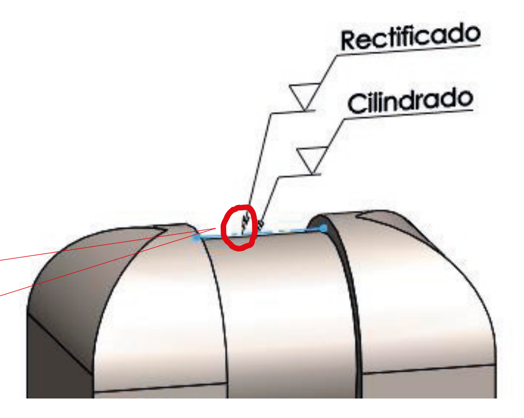
√ Añada la geometría suplementaria, mediante un croquis de una línea de trazo y punto gruesa, paralela al contorno de la muñequilla



√ Añada la indicación de rectificado en la nueva vista de anotaciones, y apoyada sobre la línea auxiliar



El editor del símbolo NO detecta la geometría suplementaria, y coloca la flecha del símbolo en posición aproximada



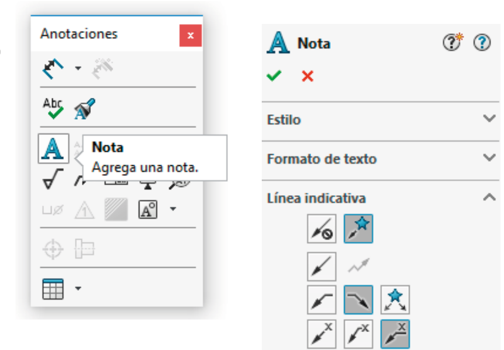
ISBN: 978-84-18951-43-5

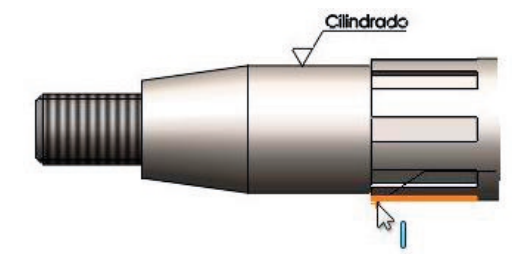
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones en el modelo

Añada la nota general de la cuarta anotación:

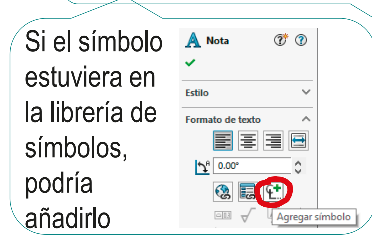
- √ Mantenga activo el plano derecho como plano de anotaciones
- √ Seleccione el comando *Nota*
- √ Seleccione el tipo de línea indicativa
- √ Apunte la flecha de referencia a una de las ranuras
- √ Coloque la línea de referencia en posición apropiada
- √ Añada el texto de la nota

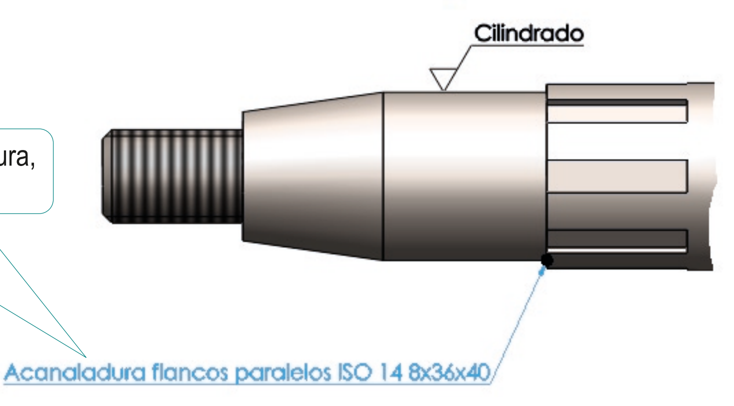




Si el editor no incluye el símbolo de ranura, reemplácelo por el texto equivalente

Si el símbolo estuviera en la librería de símbolos, podría añadirlo





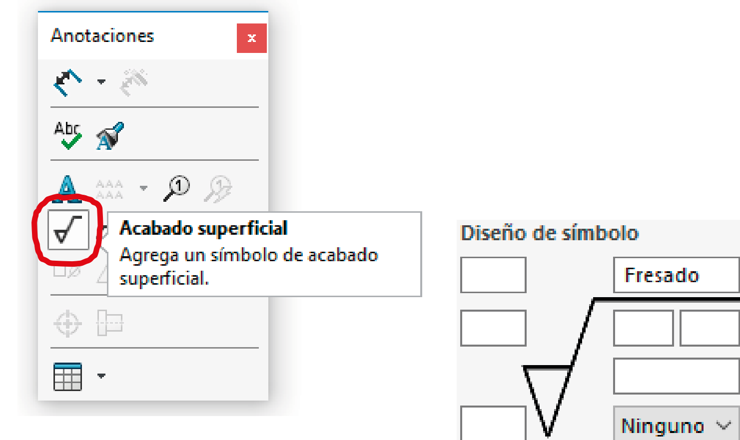
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones en el modelo

Añada el símbolo de fabricación de la cuarta anotación:

- Mantenga activo el plano derecho como plano de anotaciones
- Seleccione *Acabado superficial*



- Edite los parámetros del comando
- Coloque el símbolo en su posición

Debería "apoyarlo" sobre la nota creada en el paso anterior

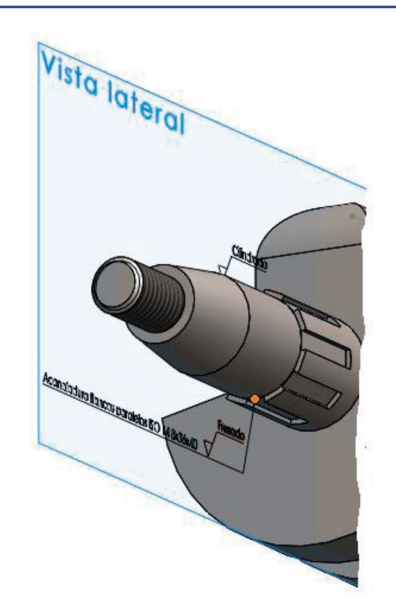
Si no hay hueco, puede añadir espacios en blanco al final de la nota anterior



Ejecución: anotaciones en el modelo

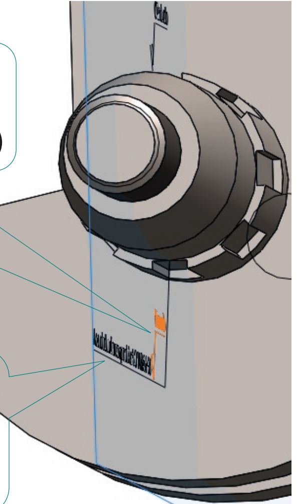
Para que ambas anotaciones estén a la misma profundidad, debe asegurarse de que la flecha de la acanaladura señale el centro de la misma

Porque es el punto que pertenece al plano lateral



La anotación que no está vinculada mediante flecha al modelo, se coloca manualmente a la profundidad del plano de anotación (plano derecho)

La anotación que se vincula al modelo mediante una flecha, queda en un plano paralelo al plano de anotación (plano derecho) y a la misma profundidad que el elemento señalado



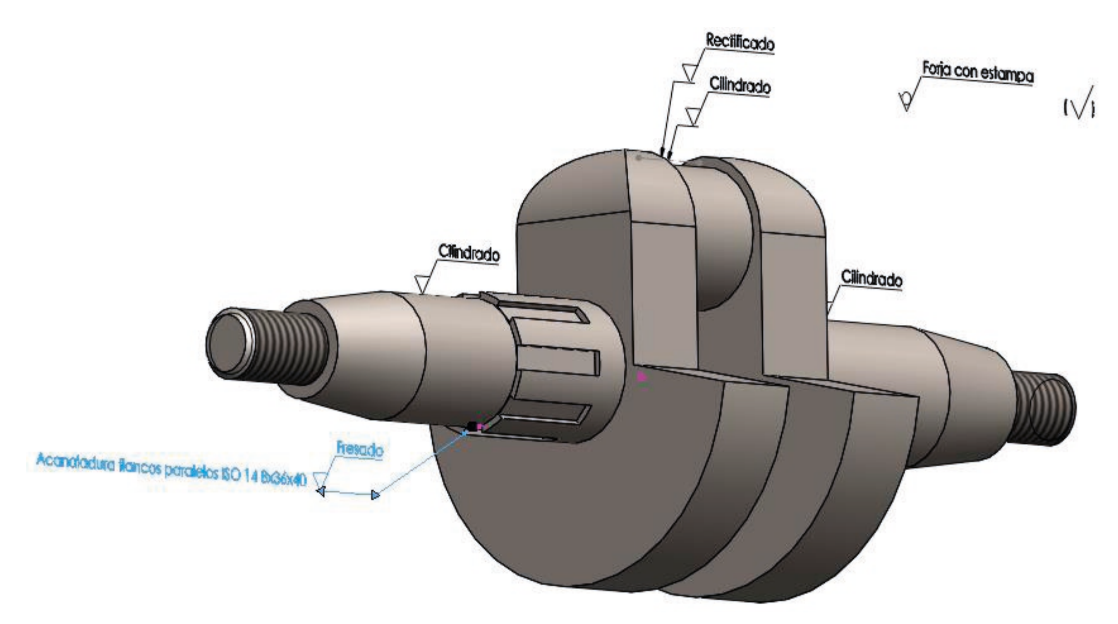
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones en el modelo

La solución alternativa es incorporar la nota de texto como si fuera una parte de la nota de proceso de fabricación





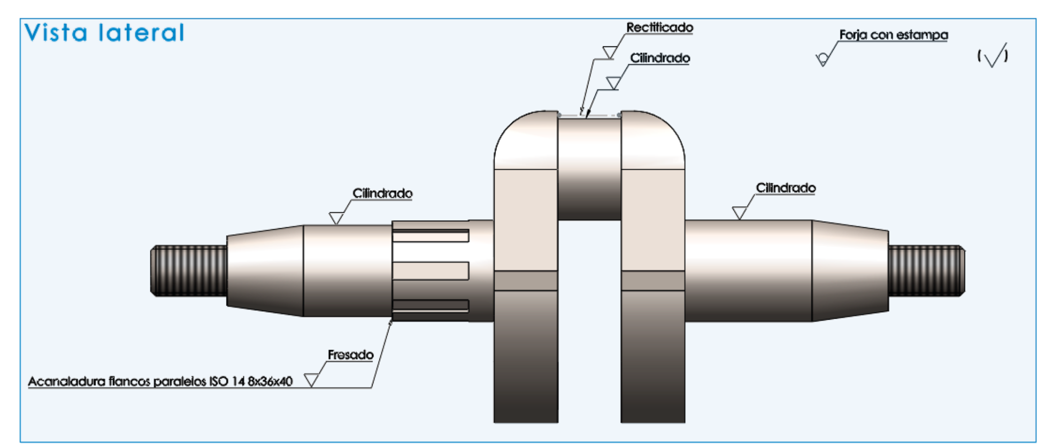
Pero no es recomendable, porque las anotaciones no quedan registradas por separado

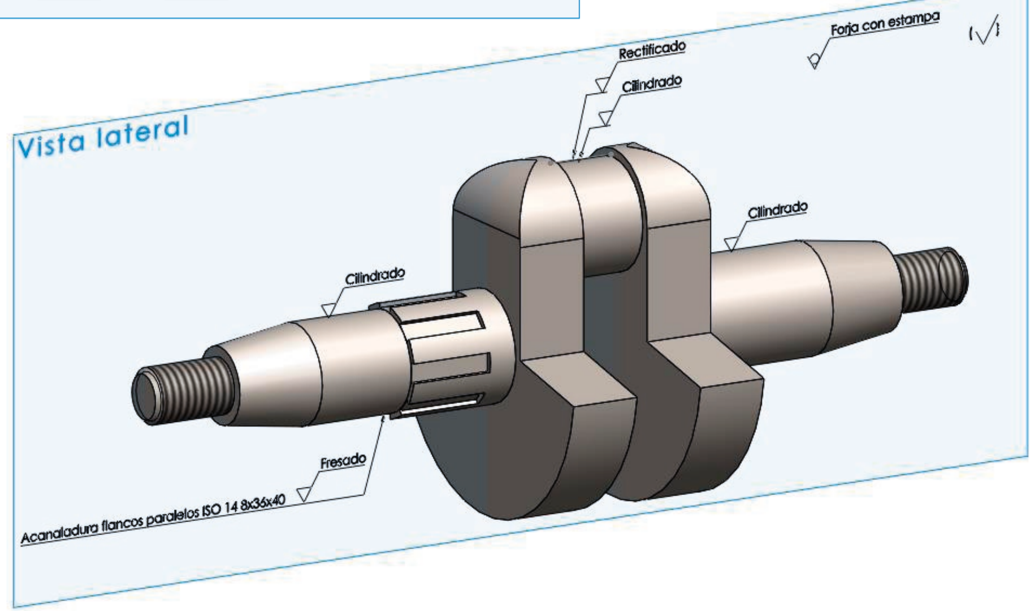
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones en el modelo

El resultado final es:



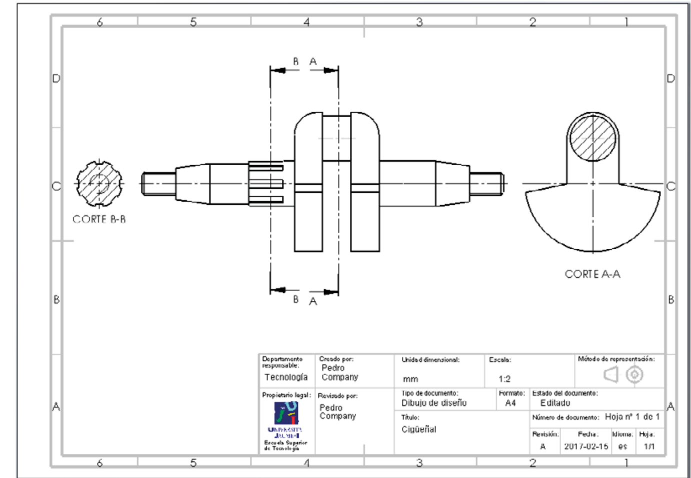


ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

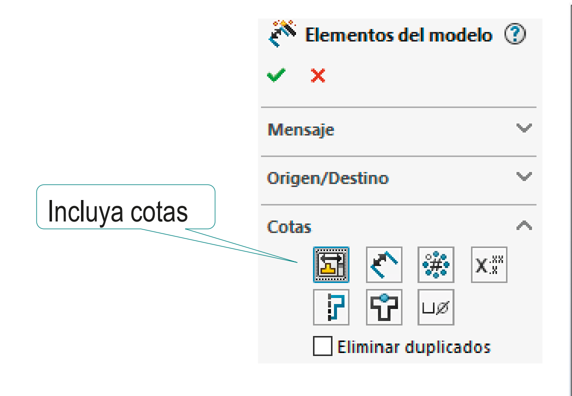
Ejecución: visualizado final

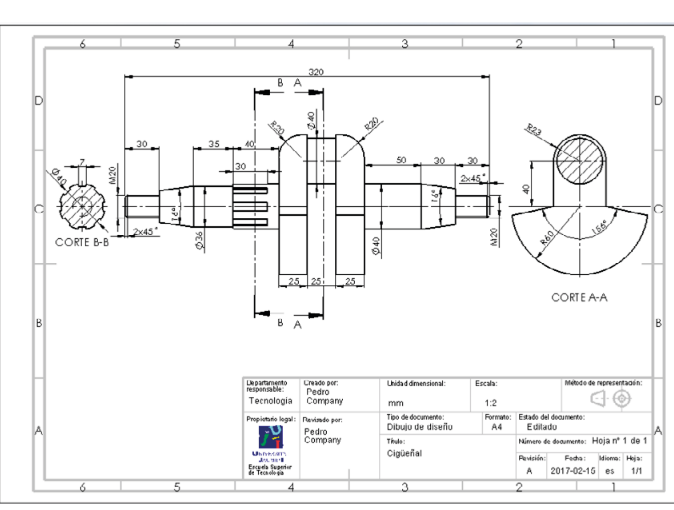
Al extraer el dibujo del modelo, se pueden extraer también las anotaciones:

√ Extraiga vistas y cortes



√ Extraiga *Cotas*





ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: visualizado final

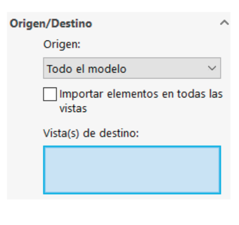
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Extraiga las anotaciones de fabricación, y recoloque los símbolos para obtener el dibujo final con anotaciones:

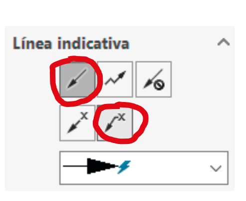
√ Incluya notas y acabado superficial

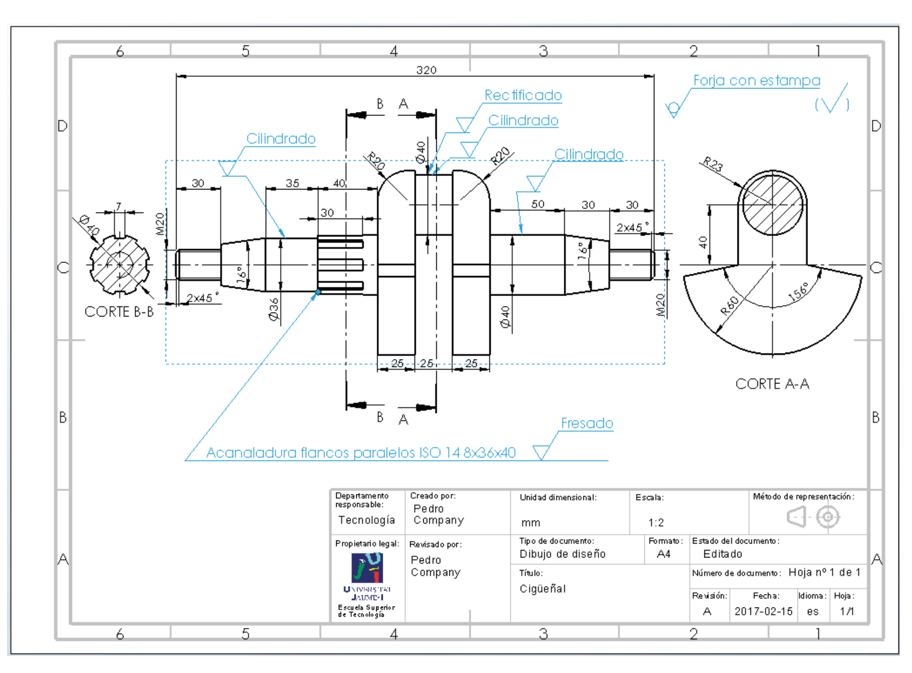


√ Seleccione el alzado como vista de destino de las anotaciones



√ Edite las anotaciones que necesiten añadirles línea de referencia





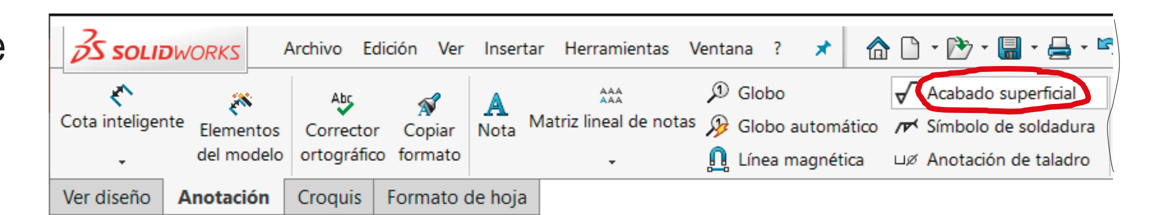
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

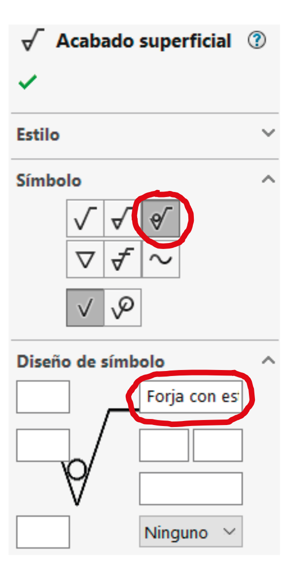
Ejecución: visualizado final

Las indicaciones de fabricación se pueden añadir directamente en el dibujo, mediante el editor de símbolos del menú *anotaciones:*

√ Seleccione *Acabado superficial*



√ Añada los parámetros oportunos



√ Coloque el símbolo en el dibujo



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: visualizado final

Tarea

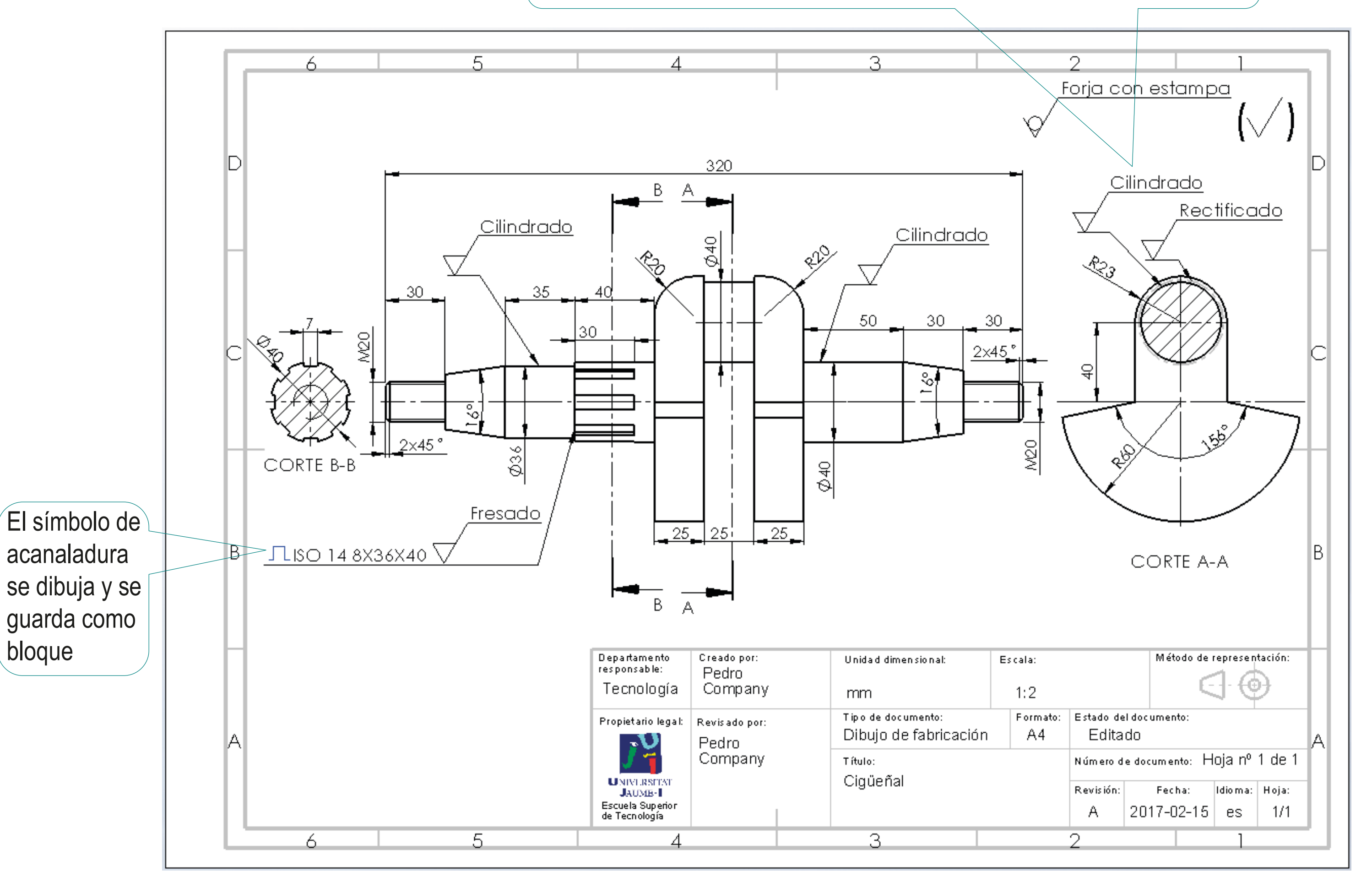
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

El resultado final sería:

En algunas aplicaciones CAD, el editor 2D es más completo y versátil…
…lo que permite obtener dibujos mejor acabados



El símbolo de acanaladura se dibuja y se guarda como bloque

Conclusiones

1 Los modelos anotados se obtienen añadiendo indicaciones de fabricación a los modelos de diseño

Los editores de símbolos de fabricación ayudan a obtener las indicaciones

2 Las anotaciones de los modelos se organizan por vistas de anotación, que deben gestionarse

3 Los dibujos funcionales se obtienen extrayendo vistas y anotaciones de los modelos anotados

Los dibujos anotados también se pueden obtener añadiendo directamente las anotaciones a los dibujos de diseño

Capítulo 4.3. Anotaciones GPS

Capítulo 4.3.1. Calidad de superficies

Capítulo 4.3.2. Tolerancias dimensionales

Capítulo 4.3.3. Ajustes

Capítulo 4.3.4. Tolerancias geométricas

Ejercicio 4.3.1. Rótula
Ejercicio 4.3.2. Punzón
Ejercicio 4.3.3. Alargadera de compás
Ejercicio 4.3.4. Tornillo de joyero

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Introducción

La geometría real del producto fabricado es siempre diferente de la geometría ideal del producto diseñado, porque:

√ Axioma de la imprecisión de la fabricación:

Todos los procesos de fabricación son inherentemente imprecisos, y producen piezas que difieren entre si, y difieren de la pieza ideal

√ Axioma de la incerteza de la medición:

Ninguna medida puede ser absolutamente precisa, y toda medida tiene cierta incerteza finita sobre el valor de lo medido (la cantidad particular sometida a medida)

Ante la imposibilidad de fabricar con precisión absoluta, se acepta fabricar controlando los errores

Para garantizar el *principio de intercambiabilidad*, que indica que la fabricación en serie de productos requiere que sus piezas puedan sustituirse

Los análisis de los requisitos de diseño y los procesos de fabricación determinan las variaciones aceptables al fabricar la geometría ideal de los productos, garantizando su funcionamiento

Se trata de un problema complejo que requiere técnicas de análisis sofisticadas, así como compaginar las visiones de los diseñadores y los fabricantes

Introducción

Seleccionar los procesos de fabricación apropiados y las variaciones aceptables está fuera del alcance de éste libro, que se limita a describir las técnicas para anotar las variaciones en modelos y dibujos

Las anotaciones de especificación geométrica de productos constituyen un lenguaje propio:

- En ISO/TC 213 se identifica con el acrónimo GPS, por *Geometrical Product Specification*
- En ASME Y14.5 M se identifica con el acrónimo GDT, por *Geometrical Dimensioning and Tolerancing*

El lenguaje GPS (GDT) sirve para comunicar las variaciones aceptables al fabricar la geometría ideal de los productos:

- El lenguaje GPS está basado en un conjunto bien estructurado de anotaciones simbólicas que describen las variaciones admisibles respecto a la geometría ideal
- Las anotaciones GPS son el conjunto de indicaciones sobre la forma y colocación de los símbolos que se deben usar para especificar las características geométricas de los productos

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Definición

Introducción
Definición
Tipos
Representación
Conclusiones

Según la norma ISO 25378:2011,
una especificación geométrica es:

La expresión de una o más *condiciones*
sobre una o más *características geométricas*

A su vez, esta definición depende de otros dos conceptos:

- Una condición es una combinación de un valor límite y un operador matemático de tipo binario relacional

Un ejemplo es "la longitud debe ser menor o igual a 6.3"

- Una característica geométrica es una cualidad geométrica que puede cuantificarse

El concepto de característica geométrica también se define como:

- Una característica individual o de una población, relacionada con la geometría
- Una propiedad geométrica simple de uno o más features pertenecientes a una pieza
- Un rasgo diferenciador, o "distinghishing feature" (ISO 9000:2005, apartado 3.5.1)

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Definición

Según ISO 8015:2011, la especificación geométrica de productos tiene dos propósitos:

- En sentido amplio incluye tanto la descripción como la verificación de todas las variaciones geométricas admisibles en la fabricación de un producto industrial

Es el ámbito de la Geometrical Product Verification (GPV)

- De forma limitada, sólo incluye la descripción detallada de una condición geométrica

Por el *principio de dualidad*, la especificación del GPS no dicta qué operadores de verificación son aceptables

En ésta lección nos centramos en los símbolos usados para describir

Según las normas GPS (ISO 17450-1:2011), la descripción de las características geométricas distingue dos objetos:

- La representación ideal del producto, que contiene la definición geométrica nominal
- La representación no ideal, donde el diseñador especifica las diferentes variaciones admisibles respecto a la geometría ideal

Tipos

El lenguaje GPS representa tanto la geometría ideal como la no ideal:

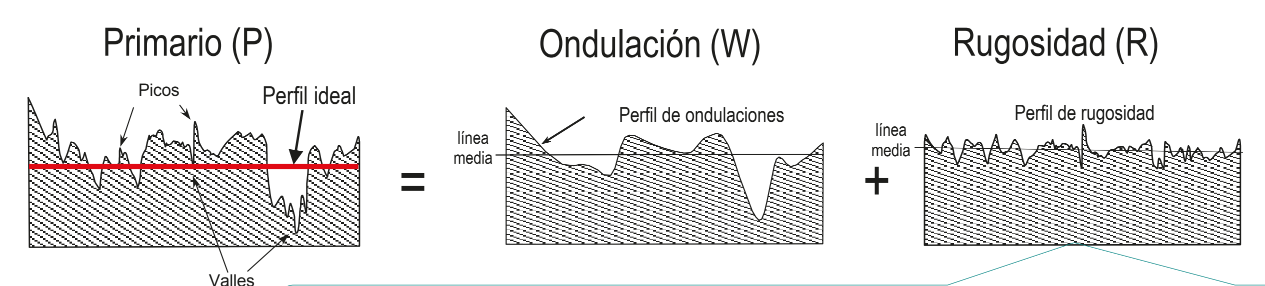
- √ La representación de la geometría ideal se hace mediante los modelos y dibujos que la describen
- √ La representación de la geometría no ideal se hace complementando los modelos y dibujos que describen la geometría ideal con especificaciones que describen las variaciones admisibles

El lenguaje GPS abarca dos clases de especificaciones, que se gestionan mediante tres tipos de anotaciones:

1. Especificaciones micro geométricas:
   - √ Propiedades de las superficies (texturas e imperfecciones)
2. Especificaciones macro geométricas:
   - √ Tolerancias dimensionales
   - √ Tolerancias geométricas

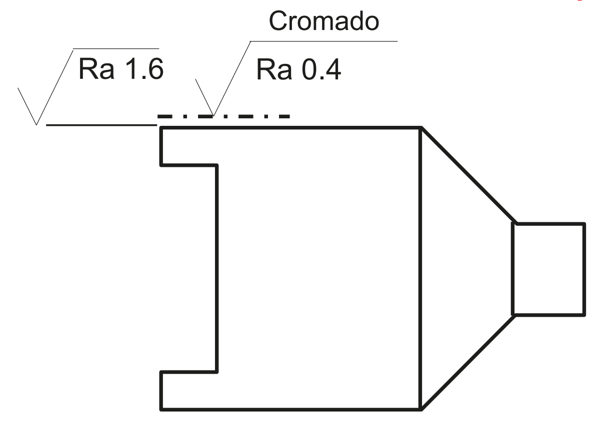
Tipos: calidad de superficies

Las superficies reales de las piezas fabricadas tienen imperfecciones microscópicas, que se pueden controlar mediante anotaciones GPS



Se puede controlar el valor promedio (Pa, Wa, Ra), u otras medidas estadísticas como la que mide el valor medio de los mayores picos y los valles más profundos (Pz, Wz, Rz),

El mismo símbolo que indica los procedimientos de fabricación, sirve para indicar la calidad o acabado superficial:

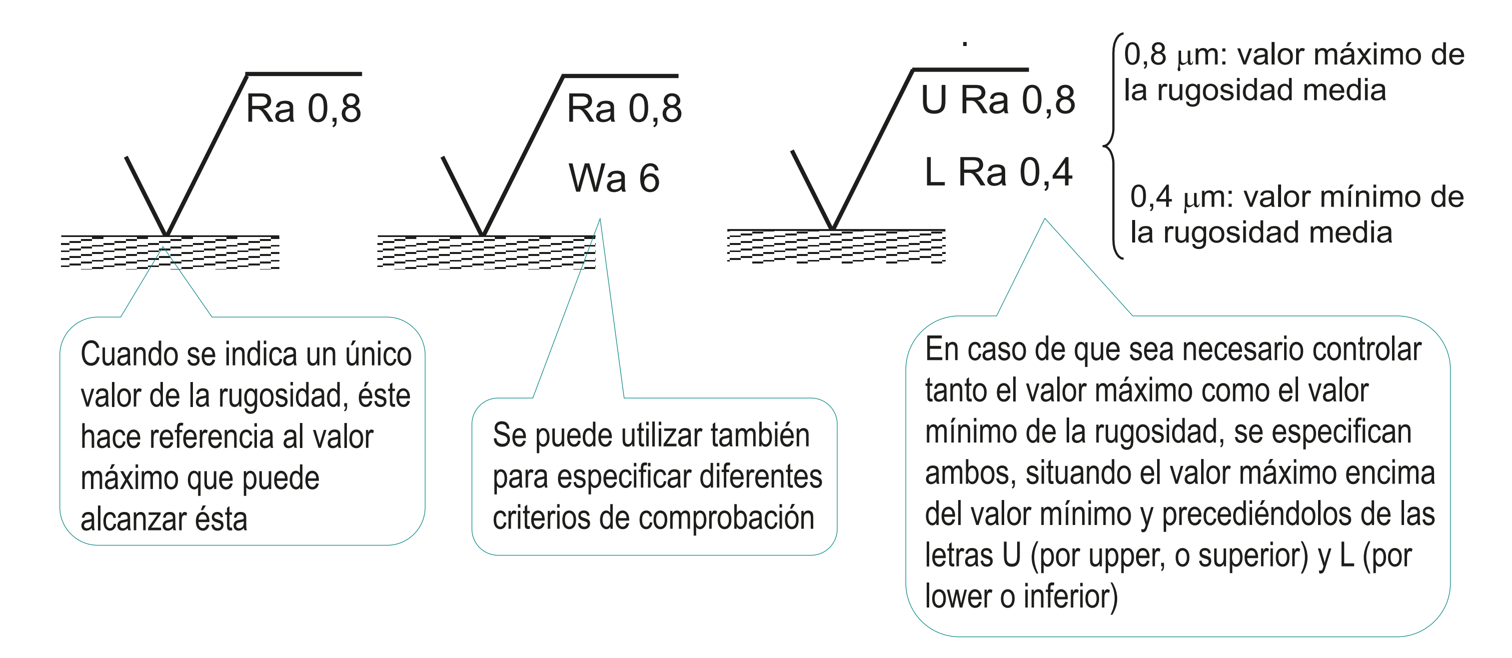


CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tipos: calidad de superficies

Bajo la extensión horizontal del símbolo se escribe el valor de la rugosidad en µm, precedido del símbolo Pa, Ra o Wa, referente al parámetro de rugosidad utilizado:





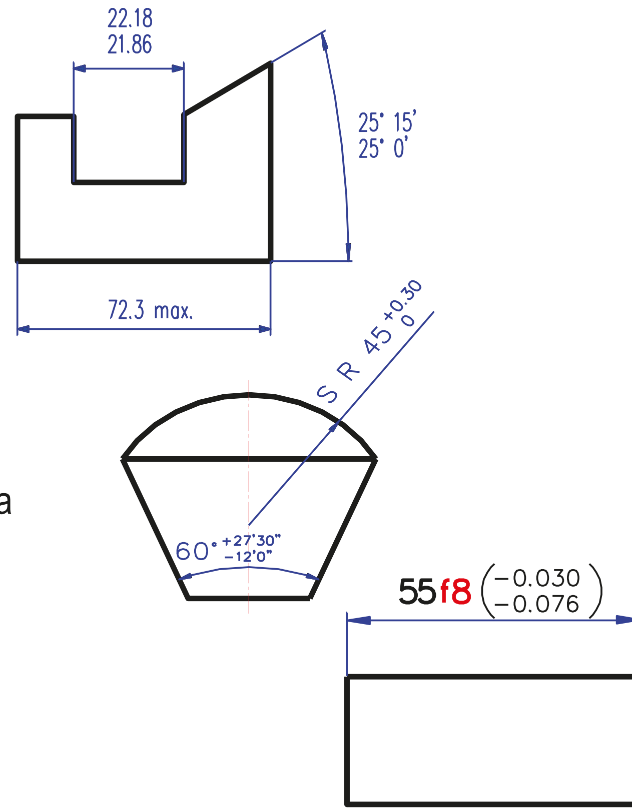
Más detalles sobre Calidad de Superficies en 4.3.1

Tipos: tolerancias dimensionales

las tolerancias dimensionales usan las cotas para añadir símbolos que especifican las desviaciones aceptables en las medidas:

1. Se identifica la magnitud por medio de la misma simbología empleada para acotar
2. Se indica la medida tolerada en el lugar destinado a la cifra de cota:
   - Se pueden especificar los límites superior e inferior

     Se pierde la medida nominal
   - Alternativamente, se indica tanto la medida ideal como las desviaciones aceptables
   - Si se usan desviaciones normalizadas (ISO 286), se indica su clase ISO mediante una letra y un número



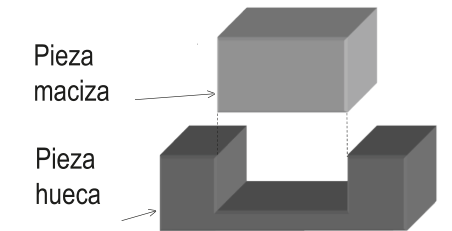


Más detalles sobre Tolerancias Dimensionales en 4.3.2

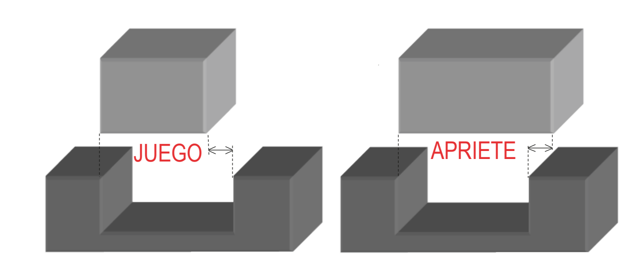
Tipos: tolerancias dimensionales

Las tolerancias dimensionales pueden combinarse entre sí, dando lugar a ajustes:

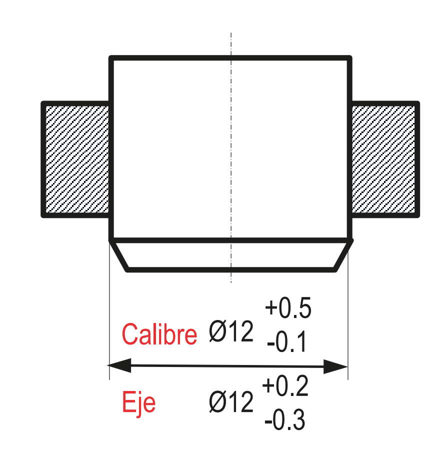
√ Un ajuste está constituido por el ensamblaje de dos piezas de la misma medida nominal

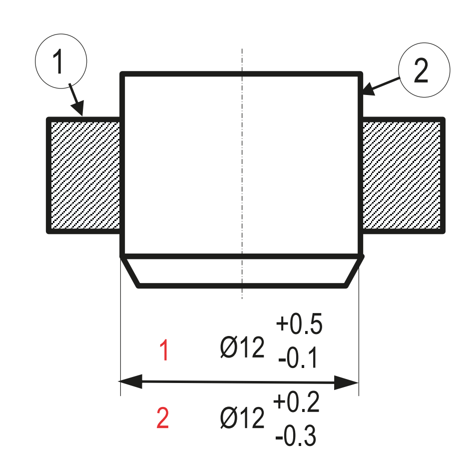


√ Entre dos piezas no ideales que deben encajar (maciza y hueca), y que están fabricadas a partir de la misma medida nominal, siempre habrá un pequeño error de medida que dará lugar a un juego o un apriete



√ Los ajustes se representan acotando con tolerancias dimensionales las dos piezas que encajan





ISBN: 978-84-18951-43-5

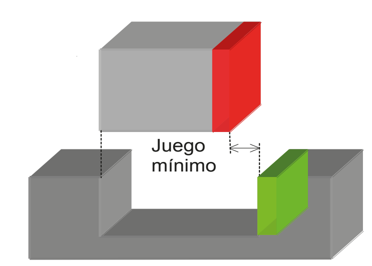
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tipos: tolerancias dimensionales

Los ajustes controlan tres posibles modos en los que pueden encajar las dos piezas:

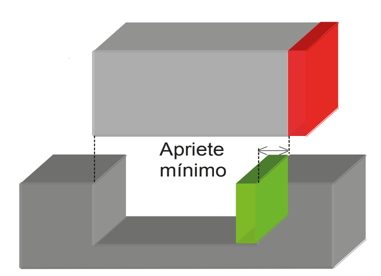
√ Si la pieza maciza es siempre menor que la hueca, la unión se comporta con juego

Favorece el montaje de piezas que tienen que tener movimiento relativo



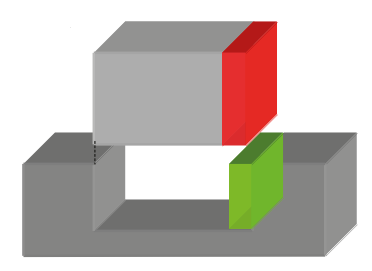
√ Si la pieza maciza es siempre mayor que la hueca, la unión se comporta con aprieto

Favorece el montaje de piezas que tienen que quedar unidas solidariamente



√ Si las zonas de tolerancia de ambas piezas se solapan, el resultado es indeterminado

Favorece el montaje de piezas que tienen que montarse con facilidad al tiempo que tienen poco movimiento relativo





Más detalles sobre Ajustes en 4.3.3

ISBN: 978-84-18951-43-5

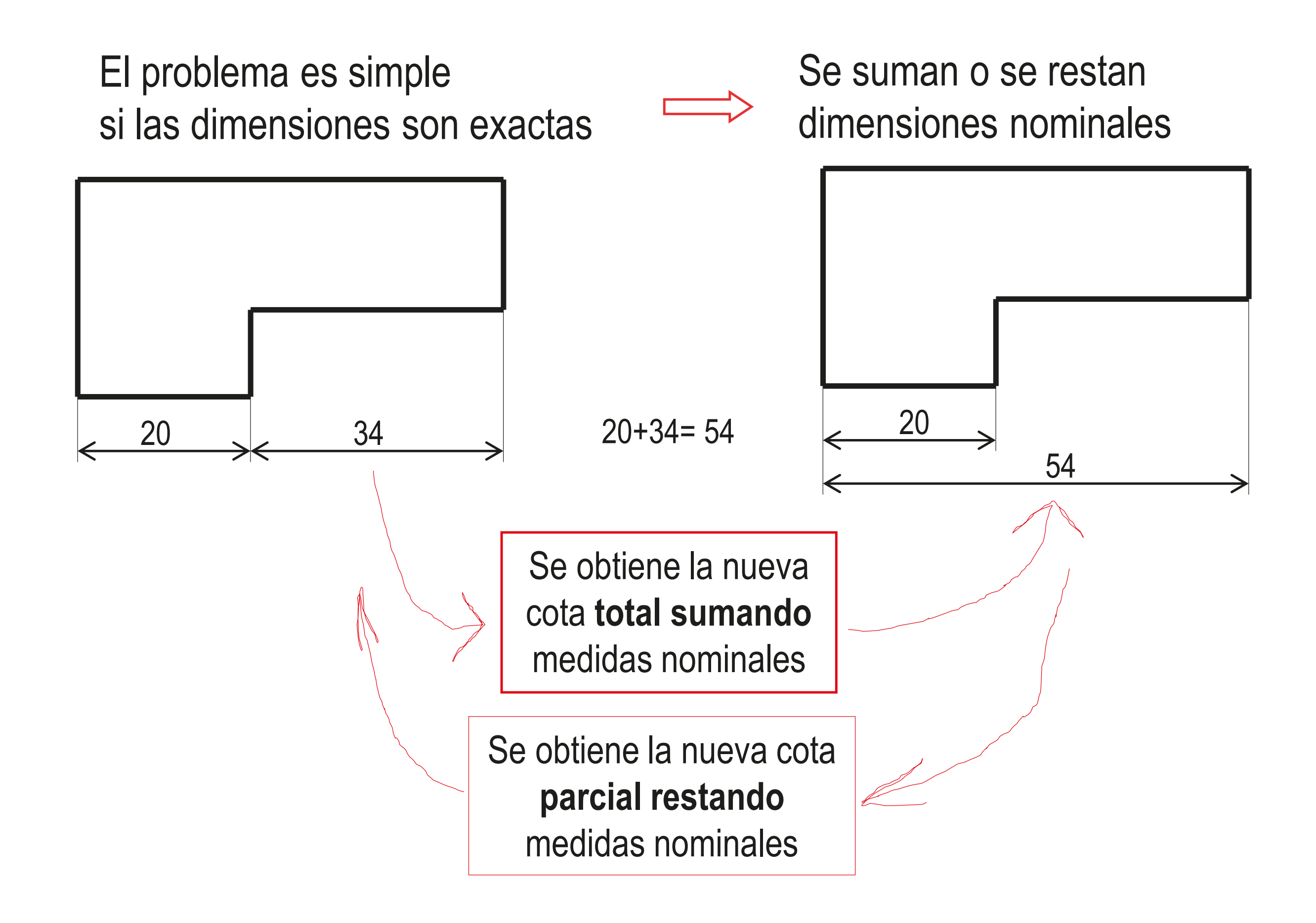
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tipos: tolerancias dimensionales



Las tolerancias dimensionales hacen que cambiar unas cotas por otras ya no sea un problema geométrico trivial:

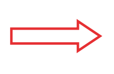


ISBN: 978-84-18951-43-5

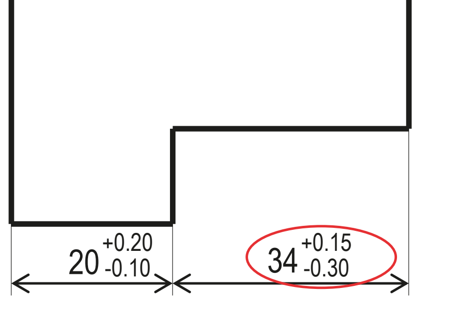
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

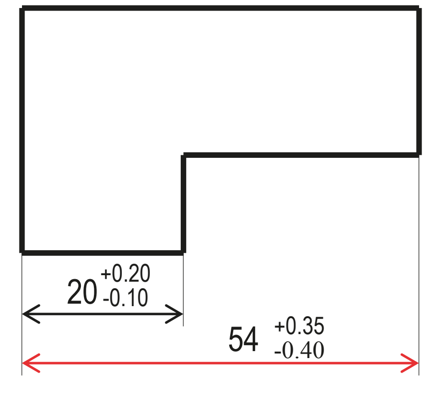
Tipos: tolerancias dimensionales

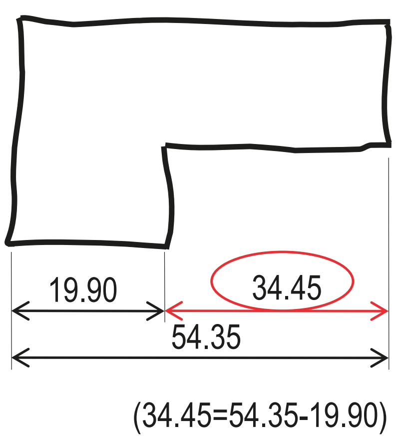
Si hay tolerancias, para transferir cotas hay que repartir tolerancias



Pero NO se pueden repartir tolerancias mediante sumas y restas







(34.15 es el valor máximo)

(34.45=54.35-19.90)

Una pieza real que cumpla las nuevas tolerancias, no garantiza las tolerancias originales

Repartir tolerancias implica reducir las tolerancias originales, por lo que se encarece la fabricación del producto

Los procedimientos de reparto quedan fuera del alcance de éste libro

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tipos: tolerancias geométricas

El modo normalizado de especificar las precisiones requeridas en las formas, para que el producto cumpla su función, son las tolerancias geométricas

Las tolerancias geométricas consisten en:

- Indica las desviaciones permitidas respecto a una cualidad teórica, delimitando una zona de tolerancia que debe contener al elemento real sometido a tolerancia

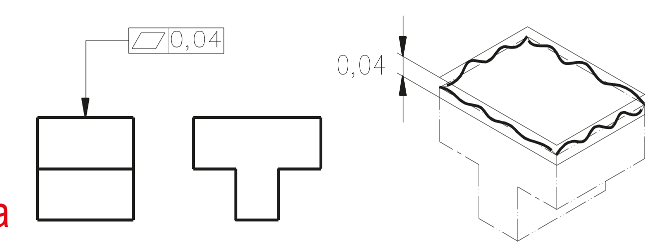
Cilindro teórico

"Cilindro" real

Zona de tolerancia

- Determinar el tamaño de la zona de tolerancia usando un único parámetro denominado tolerancia

- Indicar las formas teóricas y las desviaciones permitidas en una caja rectangular que se vincula al elemento tolerado mediante una flecha de referencia



Tipos: tolerancias geométricas

Cada cualidad o característica geométrica que puede ser objeto de tolerancia se identifica con un símbolo

El tamaño de la zona de tolerancia se indica mediante un medida en la misma unidad dimensional que el resto del documento

En el ejemplo, el símbolo indica que ninguna generatriz del cilindro puede tener irregularidades que la separen de la rectitud ideal más allá de una banda de 0.03 mm de anchura

Característica	Símbolo
Rectitud	—
Planitud	▱
Redondez	○
Cilindricidad	⌭
Paralelismo	//
Perpendicularidad	⊥
Angularidad	∠
Posición	⌖
Coaxialidad (para dos centros)	◎
Coaxialidad (para dos ejes)	◎
Simetría	⌯
Alabeo radial	↗
Alabeo axial	⌰
Perfil de una línea	⌒
Perfil de una superficie	⌓

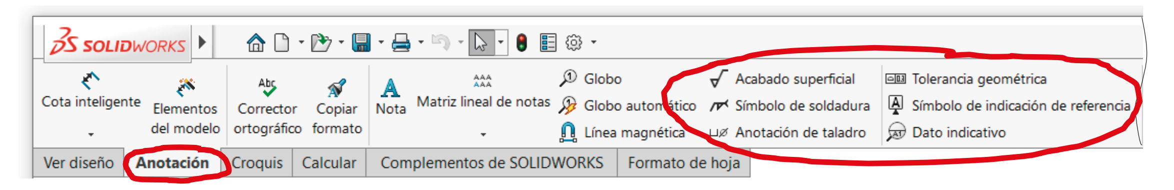


Más detalles sobre Tolerancias Geométricas en 4.3.4

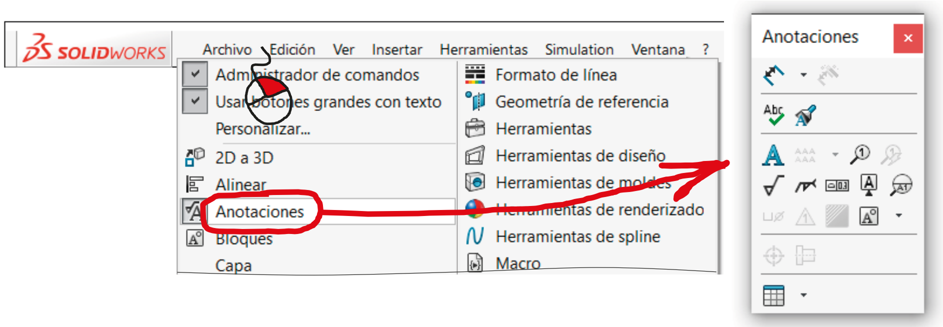
Representación

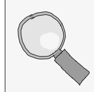
Las anotaciones GPS se construyen mediante editores específicos, que se invocan desde los menús de gestión de anotaciones:

- En SolidWorks, los editores de anotaciones GPS de dibujos se encuentran en la cinta de menú de *Anotación*:



- En SolidWorks, los editores de anotaciones GPS de modelos se agrupan en el menú de *Anotaciones*:





Más detalles sobre Modelos Anotados en 4.0

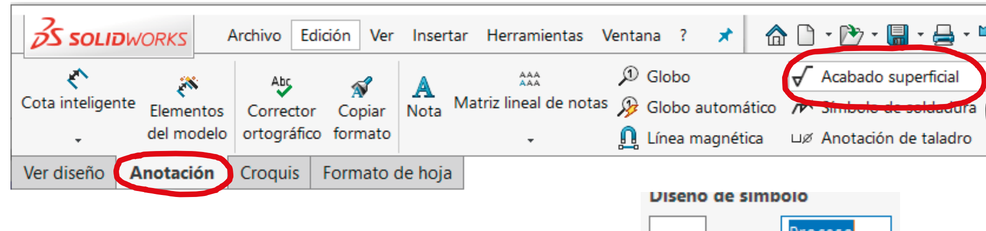
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

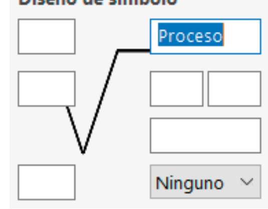
Representación

Para añadir anotaciones de superficies mediante SolidWorks:

- Active el menú de *Anotación*



- Seleccione la anotación de tipo *Acabado superficial*
- Rellene el campo de la etiqueta del proceso de fabricación



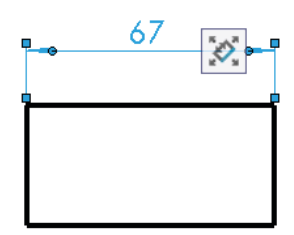
El propio editor de símbolos ayuda al usuario a vincular el símbolo con el elemento geométrico correspondiente del modelo o el dibujo:

- Coloque la anotación en el dibujo, vinculando el punto de inserción del símbolo a la geometría anotada

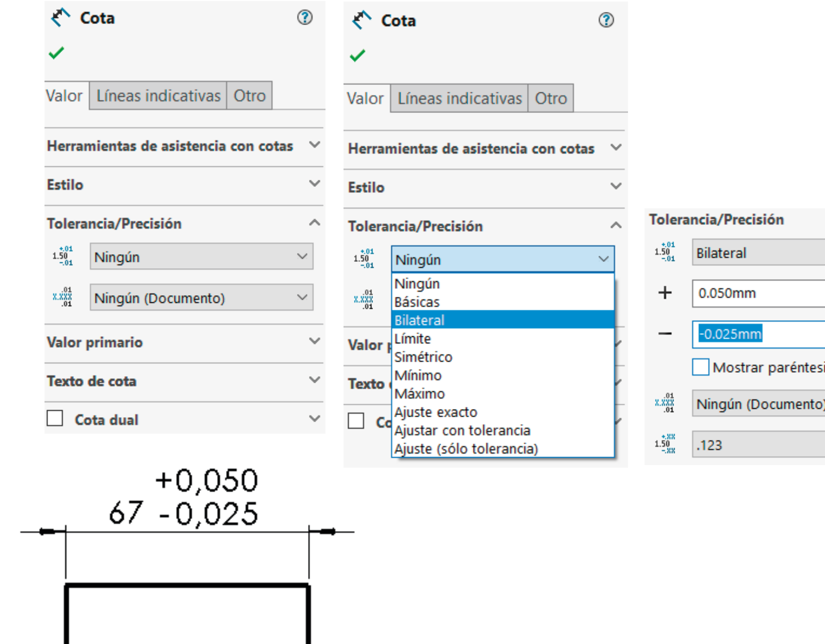
Proceso

Para añadir tolerancias dimensionales en SolidWorks, utilice el editor de cotas para añadir las indicaciones de tolerancias:

- Seleccione una cota para activar su menú de edición



- Seleccione el apartado de Tolerancia/Precisión
- Seleccione el tipo de tolerancia
- Seleccione o añada el valor de la tolerancia



ISBN: 978-84-18951-43-5

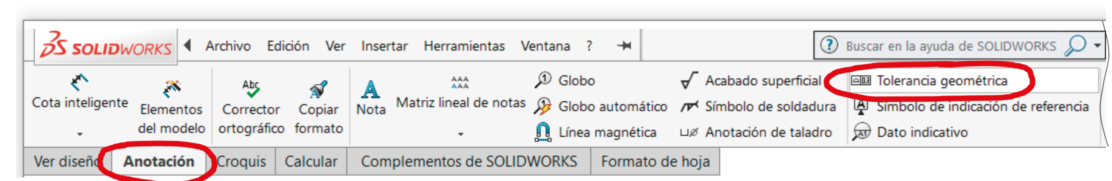
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Representación

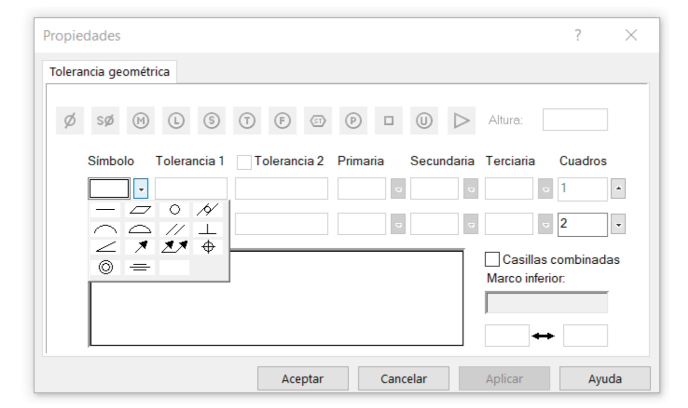
Para añadir tolerancias geométricas en SolidWorks:

- Active el menú de *Anotación*



- Seleccione la anotación de tipo *Tolerancia geométrica*

- Rellene los campos de la etiqueta



El propio editor de símbolos ayuda al usuario a vincular el símbolo con el elemento geométrico correspondiente del modelo o el dibujo:

- Coloque la anotación en el dibujo, vinculando su flecha de referencia a la geometría anotada

0.025

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

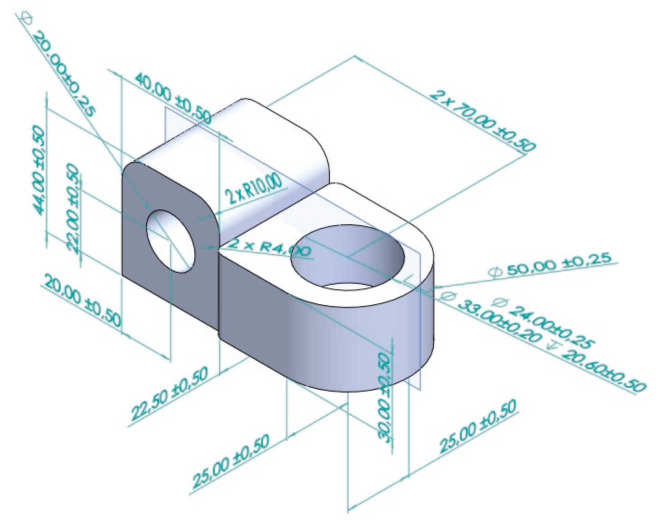
Representación

Para gestionar las anotaciones GPS de especificaciones macro geométricas (tolerancias) en SolidWorks, existe un módulo especializado, denominado *DimExpert*

- Si el módulo está disponible, se accede a DimExpert a través de una pestaña en la barra del Feature Manager



- DimExpert gestiona cotas y tolerancias de acuerdo con los requisitos de ASME Y14.41-2003 e ISO 16792:2006



- DimExpert comparte información con el módulo de análisis TolAnalyst

Por tanto, no es un mero editor para gestionar la representación, puesto que también sirve para interactuar con la herramienta de análisis

Conclusiones

Para especificar los niveles de error admisible, la GPS aporta un lenguaje basado en símbolos claros y concisos que:

- √ Enriquecen los modelos y dibujos de diseño
- √ Reducen las suposiciones y controversias generadas por otras formas de especificación de requisitos
- √ Pretenden alcanzar una consistencia que faciliten su tratamiento matemático/informático

Pero, todavía coexisten tres tipos de símbolos GPS

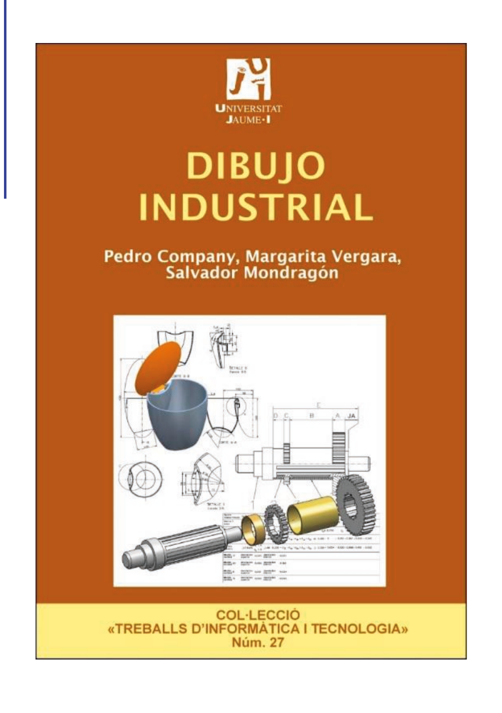
- √ Procesos de fabricación y calidad superficial
- √ Tolerancias y ajustes dimensionales
- √ Tolerancias geométricas (GD&T)

El proceso de creación de la GPS, complejo y largo en el tiempo, ha dado lugar a normas que todavía contemplan por separado los tres ámbitos principales que actualmente abarca la especificación geométrica de productos

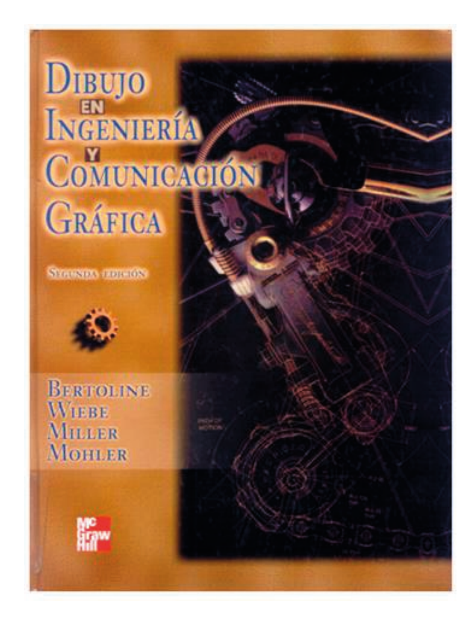
Además, los modelos y dibujos se enriquecen con otros símbolos que han quedado al margen de la GPS

Tales como los procedimientos de fabricación mediante soldadura

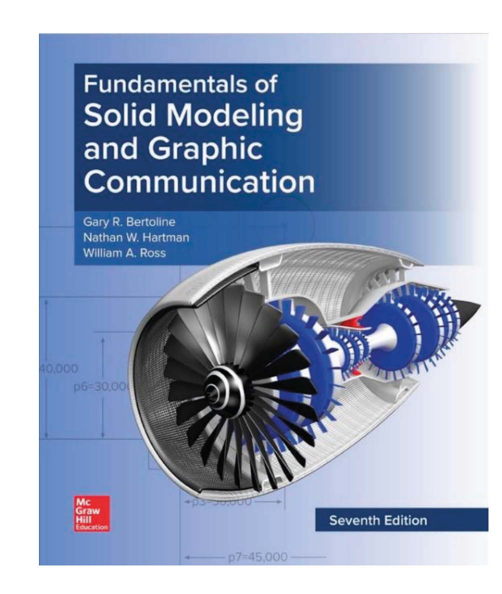
Para repasar



Capítulo 2.1: Procesos de fabricación

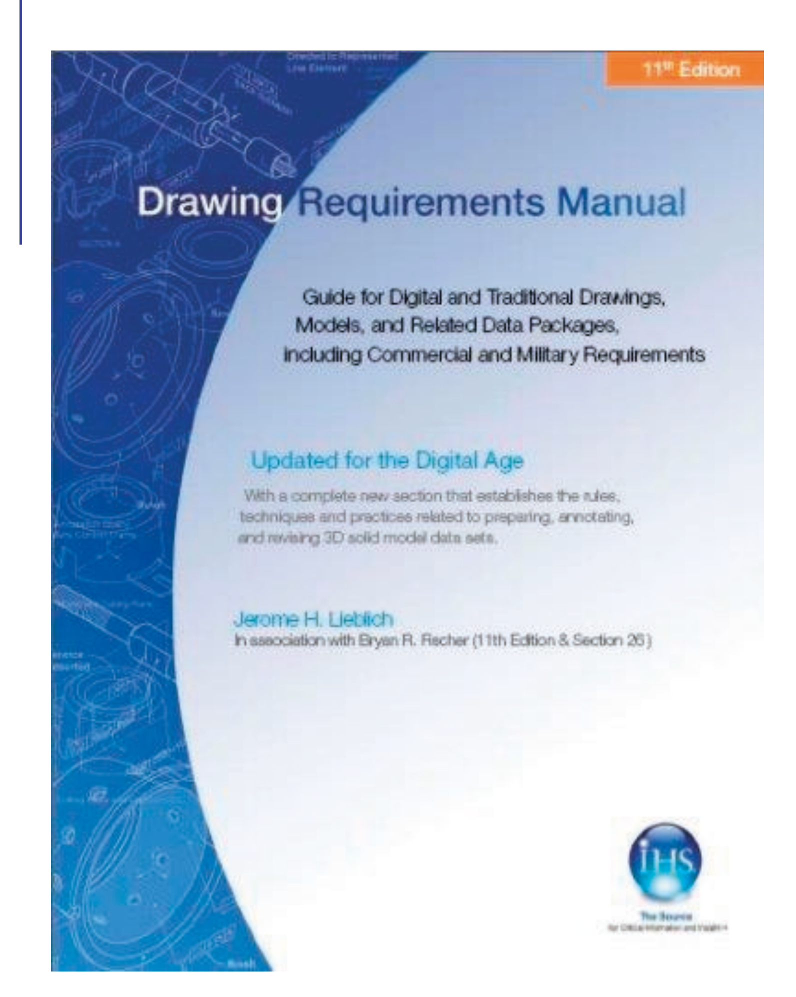


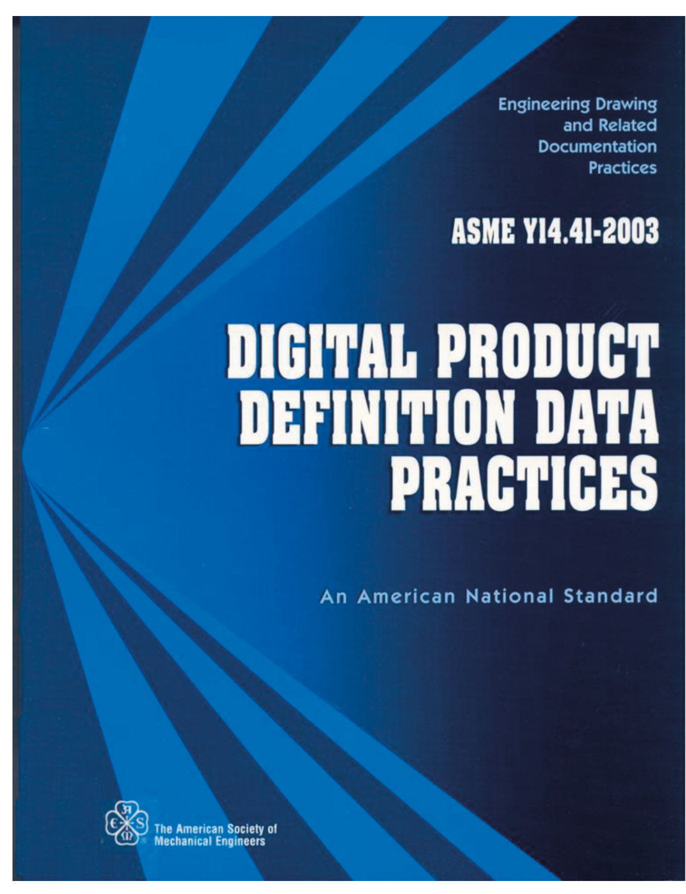
Capítulo 18: Producción y procesos de manufactura automatizados



Chapter 6: Product Manufacturing Information (PMI)

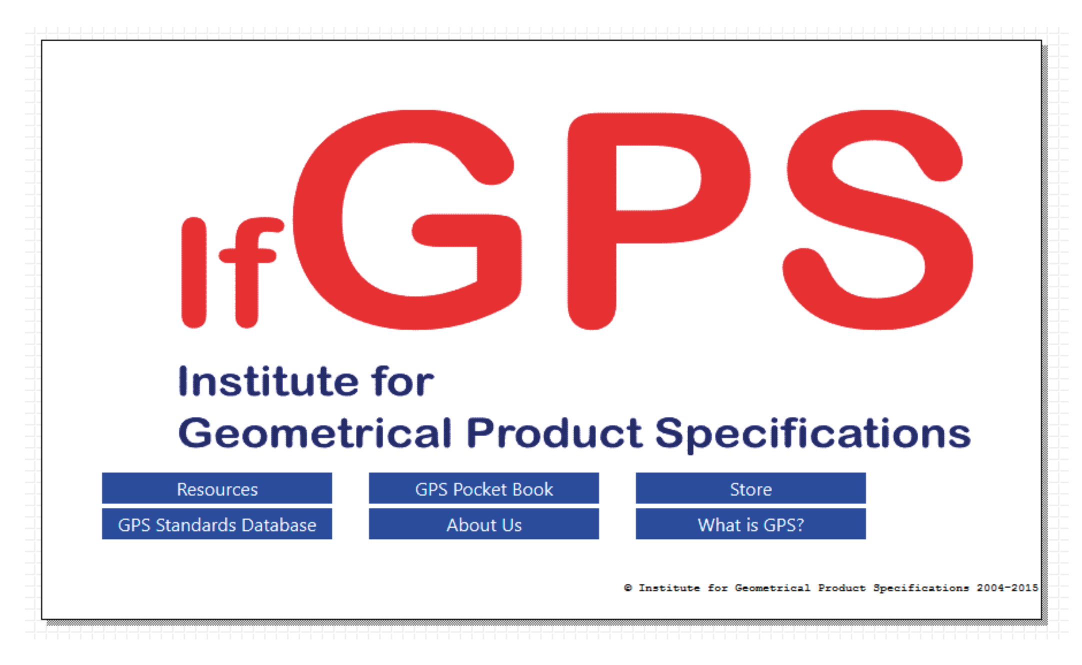
Para repasar





Para repasar

Para saber más sobre Especificación geométrica de productos:



http://www.ifgps.com/An overview of GPS - Spanish.pdf

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Definición

Definición
Representación
Niveles
Conclusiones

No es posible fabricar con absoluta precisión las dimensiones y formas geométricas diseñadas

Los procesos de fabricación permiten acercar la pieza real (imperfecta) a la pieza ideal (perfecta) casi tanto como se quiera… → ¡pero a cambio de encarecer exponencialmente el proceso!

La solución es un compromiso entre calidad y coste

Por tanto, en las anotaciones de fabricación se indica la calidad requerida, entendiendo como tal a la peor compatible con la función encomendada a la pieza

La calidad de la superficie está regulada por la norma UNE-EN-ISO 4287:1999

Detalla los procedimientos para medir, así como los símbolos para indicar las calidades requeridas

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Definición
Representación
Niveles
Conclusiones

Las irregularidades visibles al microscopio se miden siguiendo una línea imaginaria sobre la superficie

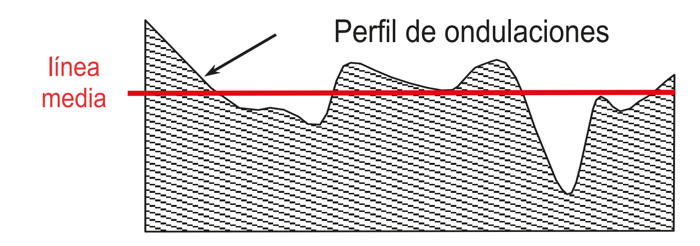
Palpando una superficie supuestamente lisa podríamos observar que un perfil supuestamente recto de la misma es en realidad irregular

La norma UNE-EN-ISO 4287:1999 distingue tres perfiles para especificar los estados superficiales:

Perfil	Representación	Definición	Parámetro
primario	Perfil primario	Perfil real de la superficie	P
de ondulación	línea media; Perfil de ondulaciones	Derivado del perfil primario tras eliminar las rugosidades mediante filtros de longitud de onda	W
de rugosidad	línea media; Perfil de rugosidad	Obtenido a partir del perfil primario tras eliminar las ondulaciones	R

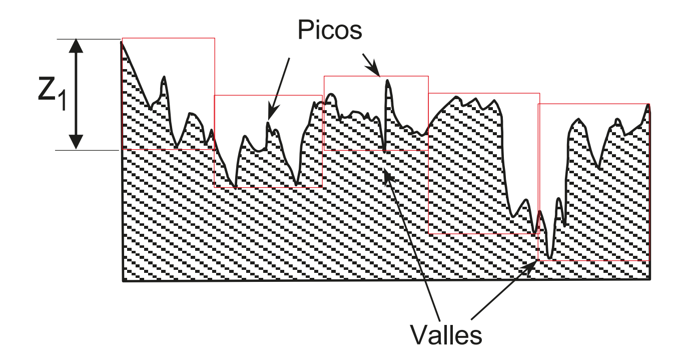
Se utilizan diferentes medidas para cuantificar la rugosidad:

√ La más usual es la desviación media aritmética (Pa, Ra o Wa)



Se define como la media aritmética de las alturas de los puntos del perfil con relación a la línea central, consideradas todas ellas en valor absoluto

√ Otra medida (Pz, Rz o Wz) tiene en cuenta la distancia entre los mayores picos y los valles más profundos de varios tramos, y calcula la distancia promedio ($\Sigma z_i/n$)

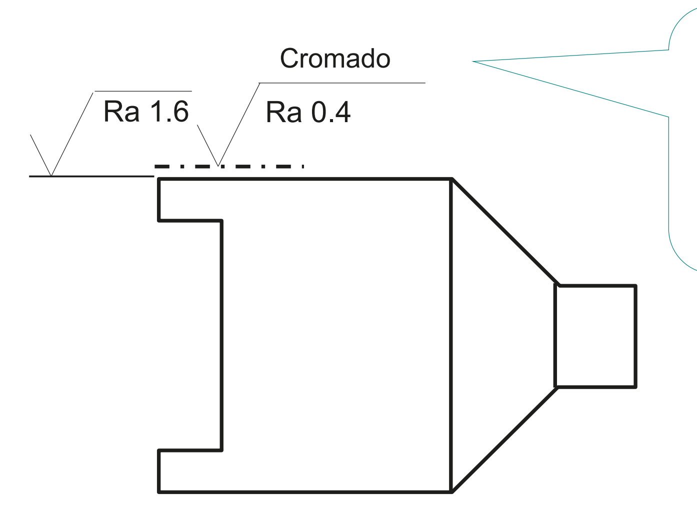


ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Representación

El mismo símbolo que indica los procedimientos de fabricación, sirve para indicar la calidad o acabado superficial:



El símbolo permite:

- Exigir explícitamente unas ciertas características mecánicas (como una cierta dureza de la superficie)
- Seleccionar un procedimiento que garantice indirectamente la condición requerida

Por ejemplo, se puede exigir una condición de "recocido", "cementado", etc., para asegurar una dureza mínima de una superficie

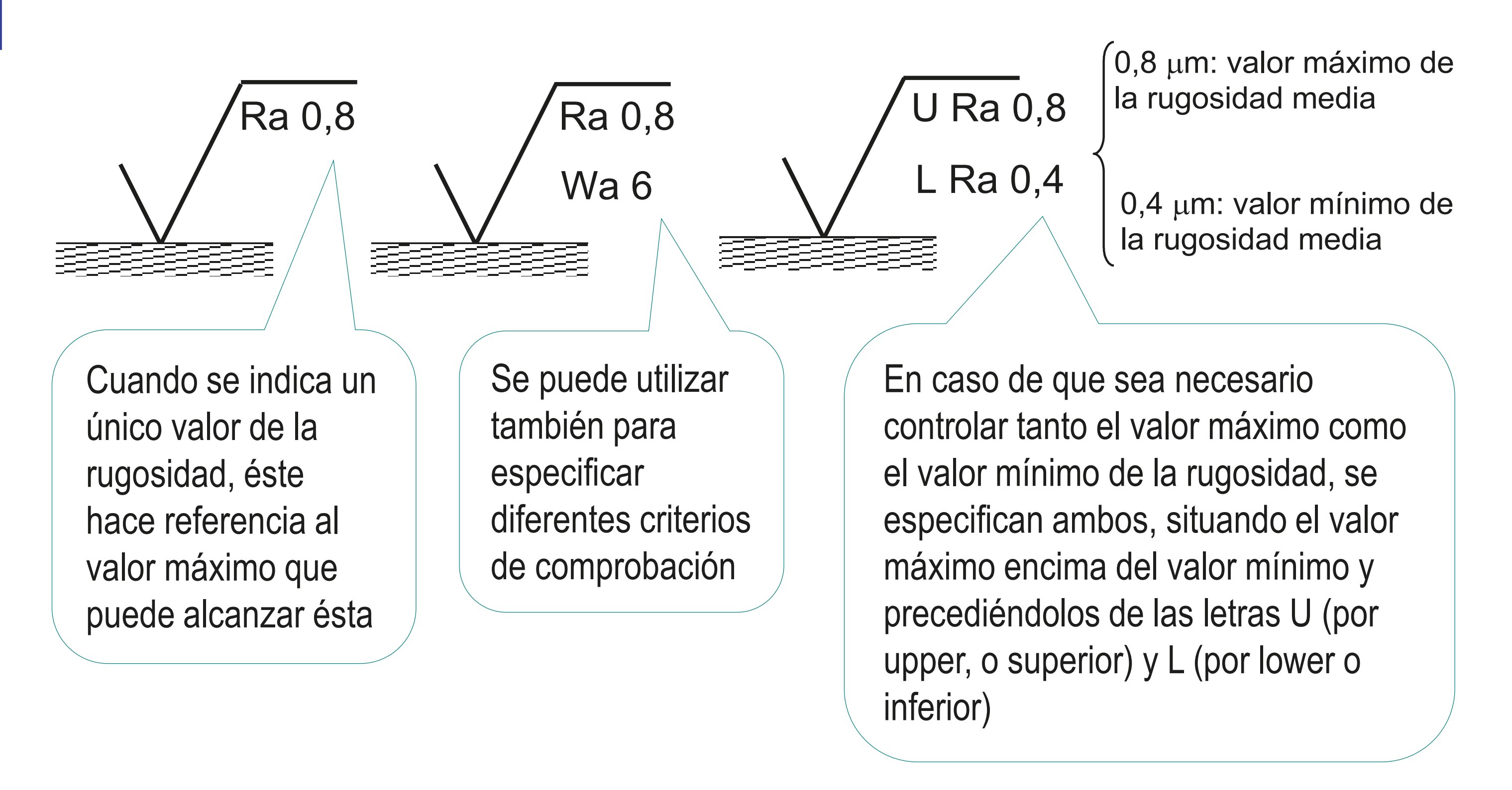
Alternativamente, se concreta el proceso de fabricación para asegurar un cierto nivel de calidad, o para abaratar el producto

El símbolo está regulado por dos normas:

- La norma UNE-EN-ISO 4287-1999 define los parámetros que se utilizan para especificar los estados superficiales de las superficies
- La norma UNE-EN ISO 1302:2002 contiene la información sobre indicación de las texturas superficiales en los dibujos técnicos

Representación

Bajo la extensión horizontal del símbolo se escribe el valor de la rugosidad en µm, precedido del símbolo (por ejemplo Pa, Ra o Wa), referente al parámetro de rugosidad utilizado:



Representación

El requisito de calidad puede contener todas las indicaciones complementarias siguientes:

Tipo de proceso de fabricación	Tipo de límite de especificación	Tipo de filtro	Banda de transmisión	Parámetro de calidad superficial		Longitud de evaluación	Interpretación del límite	Valor límite
				Perfil	Característica			
APA MRR NMR	U L	2RC Gausiano	λs – λc -Lr	R W P	a z p	3 x Lr 4 x Lr 5 x Lr	Máximo 16%	µm

Ejemplos:

MRR 0,0025 – 0,8 / Rz 3,0

APA - λc 12 x λc / Wz 125

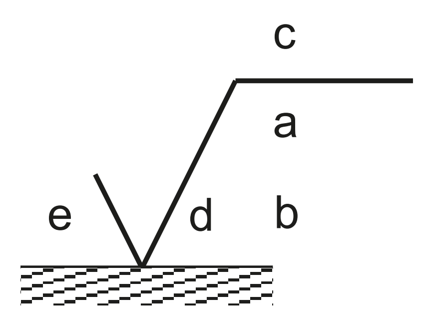
MRR U Rz 0,9 ; L Ra 0,3

MRR L Gauss -0,8 / Ra 5 1.0

Todas las siglas están en inglés:
- APA (any process allowed)
- MRR (material removal required)
- NMR (no material removal), etc.

Representación

En caso necesario, el símbolo se puede completar añadiendo otras anotaciones, con la disposición concreta que recoge en la figura:



a: requisito individual de calidad superficial
b: segundo requisito de calidad superficial
c: proceso de fabricación, tratamiento o recubrimiento
d: surcos superficiales y orientación
e: tolerancia de mecanizado

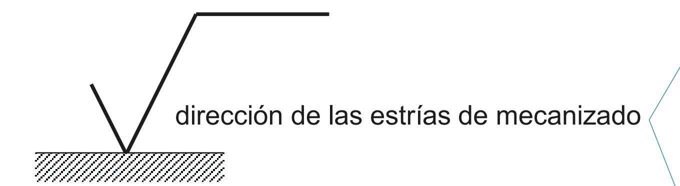
Demasía (o tolerancia) de mecanizado es el excedente de material que debe quedar sobre una pieza, tras someterse a un cierto proceso de fabricación. Sirve para que quien tiene que realizar una parte del proceso de fabricación no utilice métodos que puedan afectar a las fases posteriores del proceso.

Cuando se especifica una calidad superficial además de un proceso de fabricación, recubrimiento o tratamiento, la calidad especificada hace referencia a la obtenida tras dicho proceso

Representación

Cuando la rugosidad es alta, las estrías producidas por la herramienta son visibles

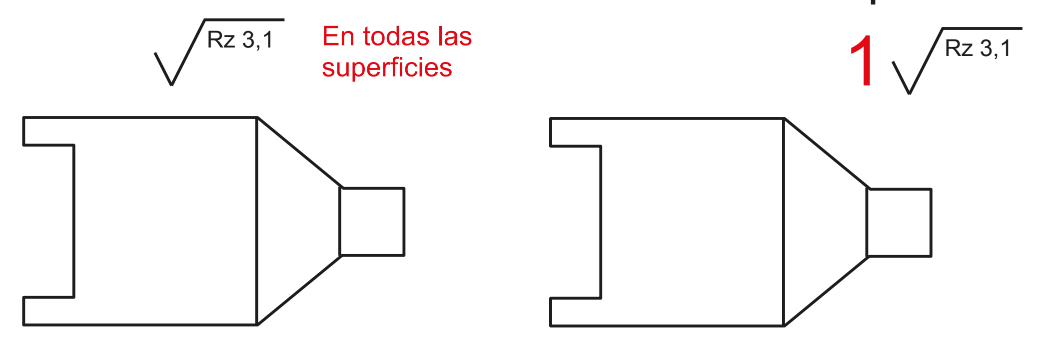
Si por motivos funcionales o estéticos interesa controlar la dirección de las estrías se añade la indicación en el símbolo general:



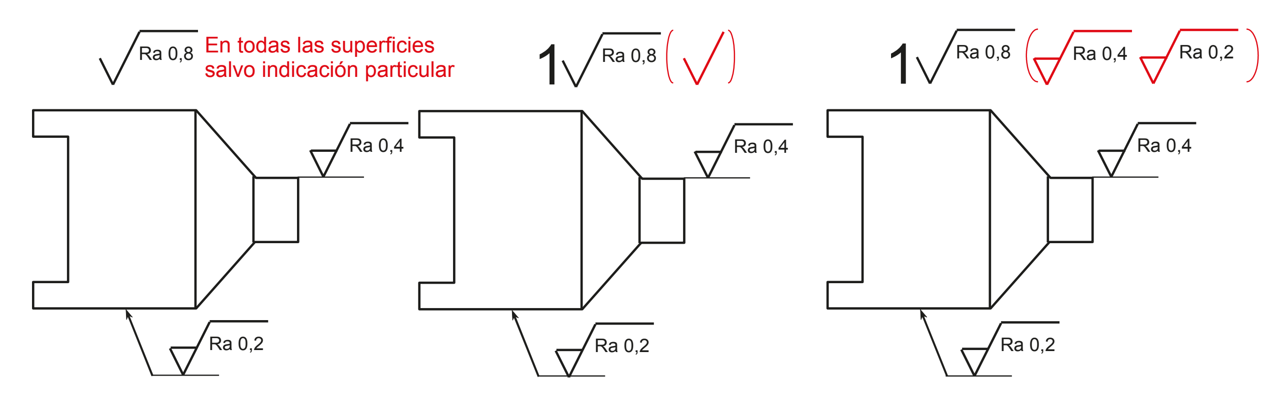
Símbolo	Interpretación	Ejemplo
=	Paralelas al plano de proyección de la vista sobre la cual se aplica el símbolo.	
⊥	Perpendiculares al plano de proyección de la vista sobre la cual se aplica el símbolo.	
X	Cruzadas en dos direcciones oblicuas con relación al plano de proyección de la vista sobre la cual se aplica el símbo-lo.	
M	Multidireccional; sin que se pueda definir ninguna dirección predominante.	
C	Aproximadamente circular con relación al centro de la superficie a la cual se aplica el símbolo.	
R	Aproximadamente radial con relación al centro de la superficie a la cual se aplica el símbolo.	
P	La distribución es granulada, no direc-cional, o protuberante.	

Representación

En caso de que todas las superficies deban tener el mismo estado superficial, basta con indicarlo con una nota cerca del dibujo o bien a continuación de la marca de la pieza:



Si hay excepciones al estado superficial general, se indica a continuación del símbolo:



Además, las superficies que son motivo de excepción deben llevar los símbolos necesarios

Representación

Definición

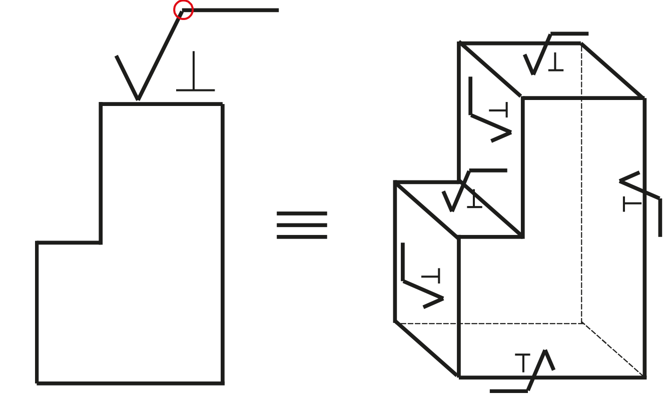
Representación

Niveles

Conclusiones

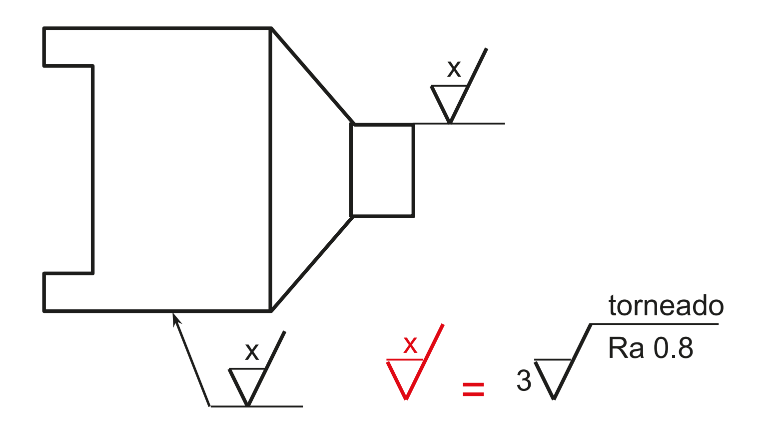
Otra indicación particular consiste en añadir un círculo centrado en el vértice de unión del lado largo del símbolo básico con la línea de referencia horizontal:

Se interpreta como que la condición se aplica a todas las superficies del contorno al que pertenece la arista sobre la que se indica el símbolo



La norma permite también algunas simplificaciones en la representación de los símbolos:

Para evitar repeticiones de indicaciones complejas, o cuando no se disponga de espacio suficiente para colocarlas, se pueden utilizar indicaciones simplificadas sobre la superficie, explicando su significado en un lugar cercano o en el cuadro de rotulación



Niveles de calidad

La figura muestra los rangos más habituales de rugosidad que se obtienen con diferentes procedimientos de fabricación:

Clase (*) µm (*) µin (*)	N12 50 2000	N11 25 1000	N10 12,5 500	N9 6,3 250	N8 3,2 125	N7 1,6 63	N6 0,8 32	N5 0,4 16	N4 0,2 8	N3 0,1 4	N2 0,05 2	N1 0,025 1
Laminado	2 4	1 2 3 4	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 5	1 2 3 5	1 2 3	1 2 3	2			
Fundición	2 4	1 2 4 5	1 2 4 5	1 2 4 5	1 2 4 5	1 2 4 5	1 2 4 5					
Limado	1	1	1	1	1							
Forjado		2	2	2	1 2	2						
Cepillado	1	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	2	2				
Torneado		2 3 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	2 3 5	2 5	2	2
Fresado	1	1 2 5	1 2 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 4 5	1 2 5			
Taladrado			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	2 4 5					
Escariado				2 5	2 5	2 5	2 5	2 5				
Mandrinado				1 2 5	1 2 3 5	1 2 3 5	1 2 3 5	1 2 3 5	5			
Brochado				5	1 3 5	1 3 5	1 3 5	1 3 5	5			
Rectificado		5	5	4	1 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 4 5	1 2 4	2 4
Pulido							2 4 5	1 2 4 5	1 2 4 5	1 2 4 5	1 2 5	2 5
Superacabado							2	2	1 2 3 5	1 2 3 5	1 2 3 5	1 2 3 5

Leyenda:

Valores promedio normales o posibles

Valores excepcionales o poco frecuentes

Fuentes:

(1) Chevalier A. 1992. Dibujo Industrial. Uteha. México. Pág. 55.

(2) Bertoline G.R. 1999. Dibujo en ingeniería y comunicación gráfica. McGraw-Hill. México. Pág. 819.

(3) Mata L., Oms J. y Álvarez C. 1978. Técnicas de Expresión Gráfica 2.2. Rama Metal. Don Bosco. Barcelona. Pág. 54.

(4) Chirone E. y Tornincasa, S. 1997. Disegno tecnico industriale 2. II capitelo. Torino. Pág.367

(5) Romero F., Vila C., Serrano J. y Bruscas G. 2006. Informe interno del Área de Procesos de Fabricación, Departamento ESID. Universitat Jaume I Castelló.

Notas:

(*) Valores según UNE 1037:1983 equivalente a ISO 1302:1978.

Niveles de calidad

Un concepto antiguo (que utilizaba la norma UNE 1037:1983 y no la UNE-EN ISO 1302:2002), es el de las clases de rugosidad:

Eran agrupaciones de valores de rugosidad, con el fin de simplificar la especificación, fabricación e inspección de las superficies

Signo superficial UNE1037 anterior a 1975	Clase de rugosidad UNE1037:1975 UNE1037:1983	Descripción de la calidad	Procedimiento de fabricación
		Se acepta la uniformidad y alisado que se obtiene por medio de los procedimientos usuales	
∼	N12 N11	Se acepta la uniformidad y alisado que se obtiene por medio de los procedimientos usuales realizados cuidadosamente	Procedimiento cuidadoso, sin arranque de virutas
▽	N10 N9	Las huellas son apreciables al tacto y a simple vista	Desbastado
▽▽	N8 N7	Las huellas son difícilmente apreciables a simple vista	Alisado
▽▽▽	N6 N5	Las huellas no son apreciables a simple vista	Afinado
▽▽▽▽	N4 N3 N2 N1	Las huellas sólo son apreciables con auxilio de microscopio	Superacabado

Conclusiones

1 Las especificaciones GPS micro-geométricas de control de superficies están completamente normalizadas

2 Las especificaciones de control de superficies se representan mediante un símbolo normalizado que se añade a los dibujos

Aunque las normas recientes permiten utilizarlas para anotar directamente los modelos



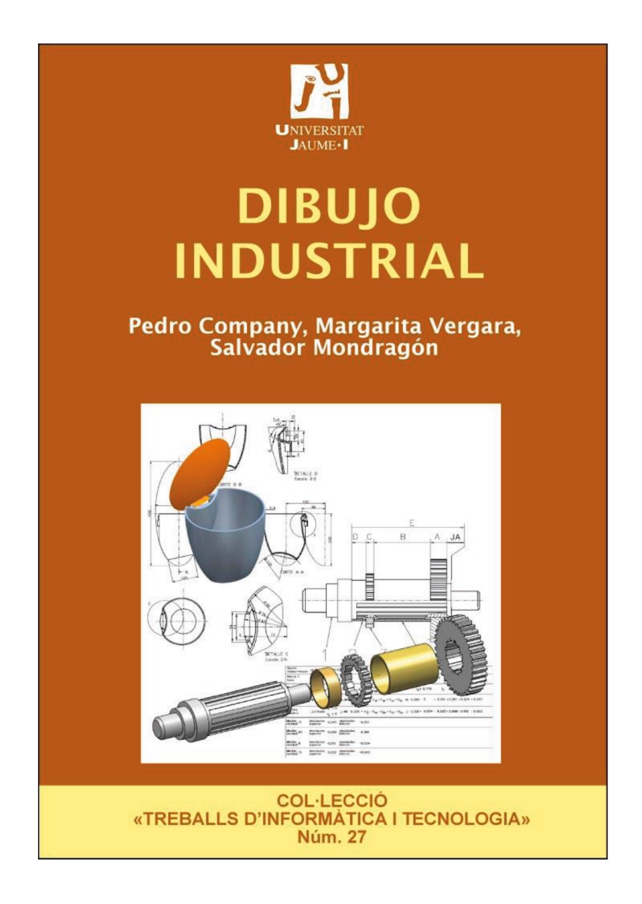
Las especificaciones de superficies deben usarse cuando las prácticas de taller establecidas y usuales no puedan asegurar por sí mismas el resultado pretendido:

Sólo deberían especificarse cuando sean estrictamente necesarias para el funcionamiento de la pieza y únicamente en las superficies que lo exijan

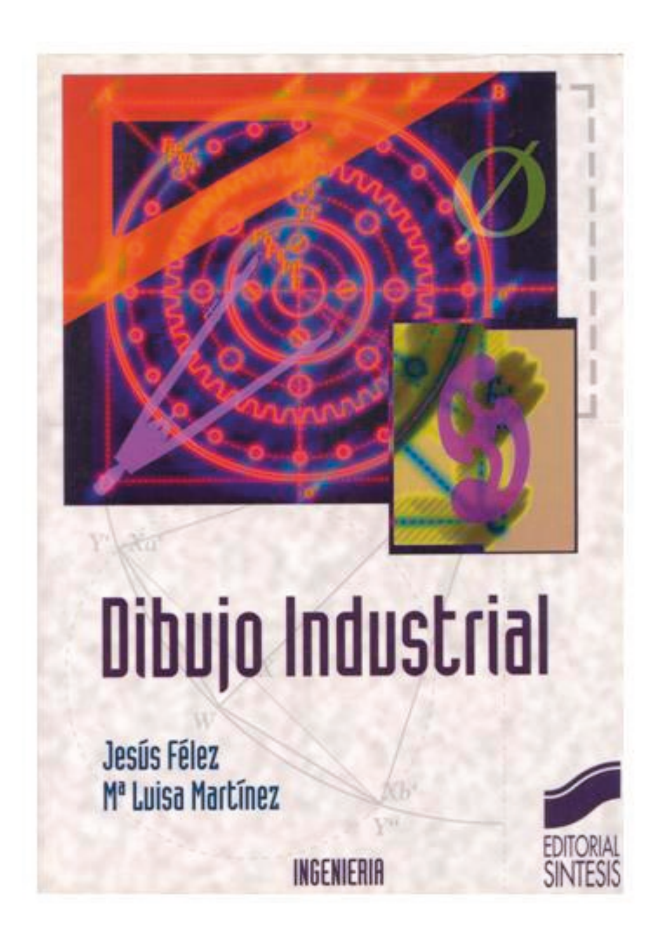
Porque al especificar un estado superficial determinado en una zona donde no es necesario se está obligando al menos a la realización de controles de calidad que aseguren que dicha especificación se cumple para las piezas fabricadas

Incluso podría obligar a utilizar procesos de fabricación más caros que los realmente necesarios

Para repasar



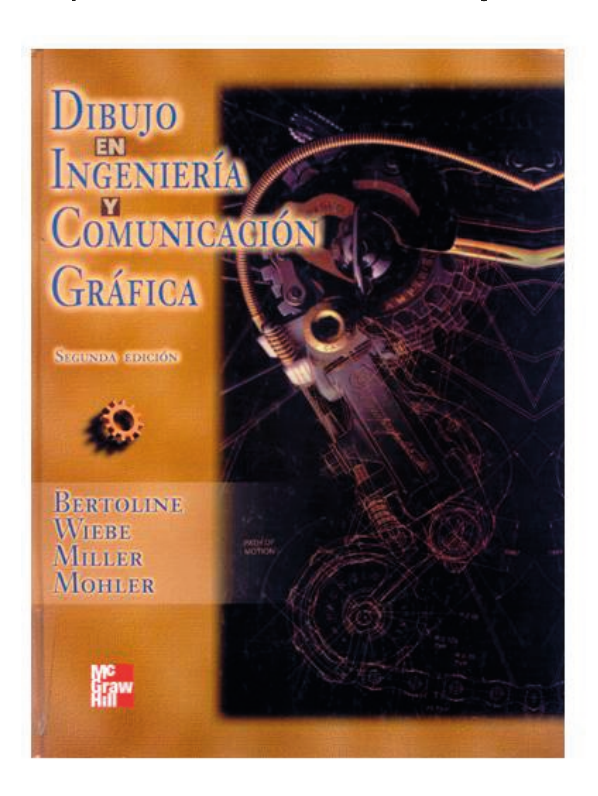
Capítulo 2.1: Procesos de fabricación y 2.4: Especificación geométrica de productos: Textura superficial

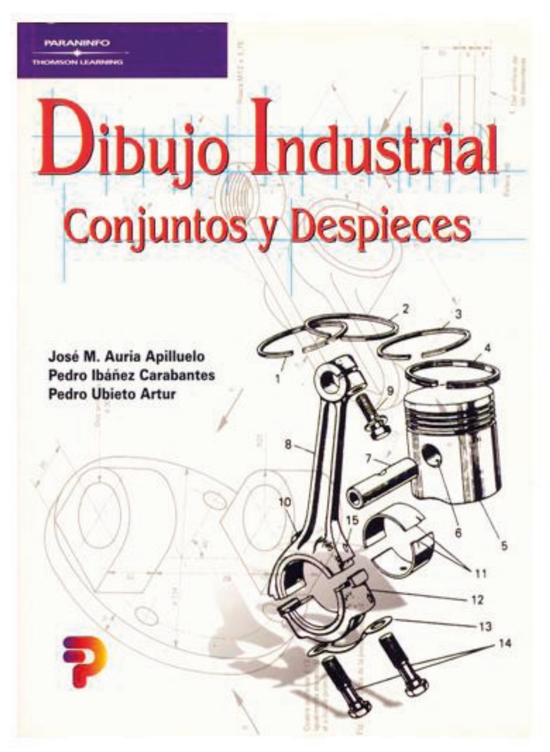


Capítulo 10: Estados superficiales (no actualizado)

Para saber más

Cualquier buen libro de Dibujo Industrial





Capítulo 18: Producción y procesos de manufactura automatizados

Precisión de fabricación

Al fabricar es imposible conseguir con total exactitud las medidas de las piezas diseñadas

Dependiendo de la precisión requerida, se pueden dar tres circunstancias:

Demasiada precisión →	Se requiere más precisión de la que se pueda conseguir →	El problema no tiene solución
Precisión habitual →	Los procesos habituales de fabricación, ensamblaje, puesta en obra, etc., permitan garantizar una precisión suficiente para asegurar que se cumpla la función para la que se ha diseñado →	Las normas de acotación son suficientes para guiar en el dimensionado de cualquier elemento
Precisión especial →	Se necesita un proceso especial para garantizar una precisión mínima que asegure la funcionalidad →	El diseñador debe especificar la precisión requerida para que el producto cumpla su función

La forma normalizada de especificar las precisiones especiales son las tolerancias dimensionales

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

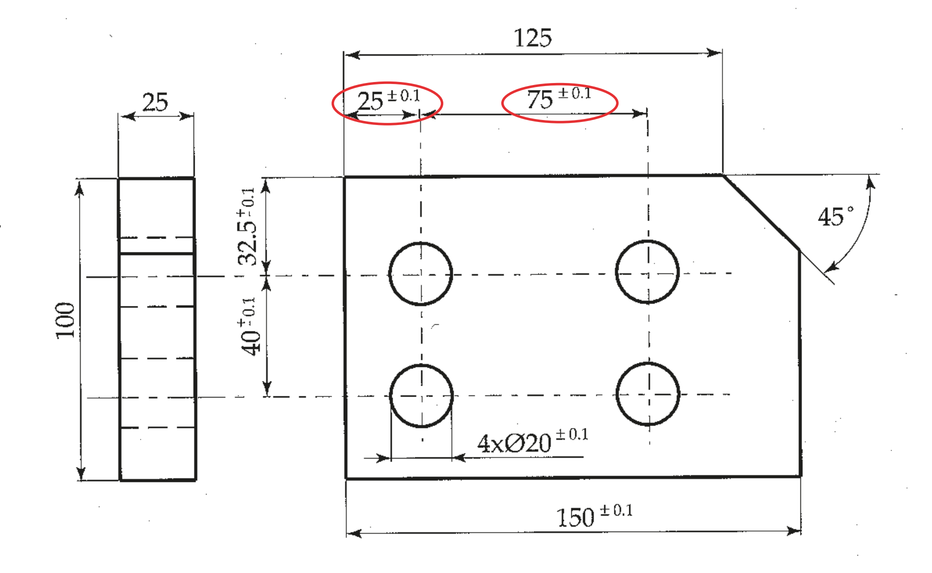
Tolerancias dimensionales

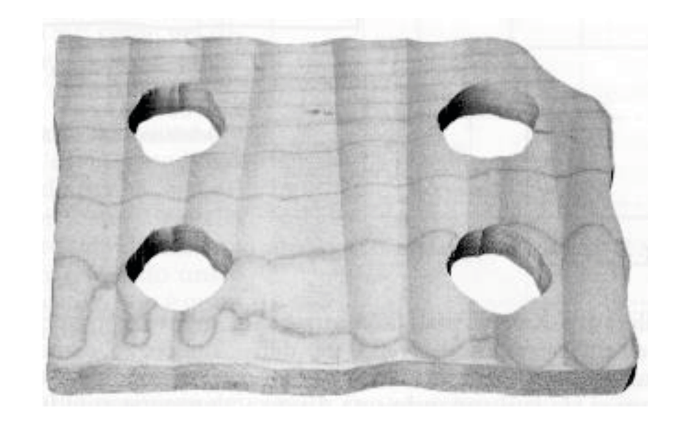
Las tolerancias dimensionales consisten en:

√ Identificar la magnitud por medio de la misma simbología empleada para acotar

√ Indicar las desviaciones aceptables en el lugar destinado a la cifra de cota

√ Aceptar como válida cualquier pieza que esté dentro de los límites prescritos

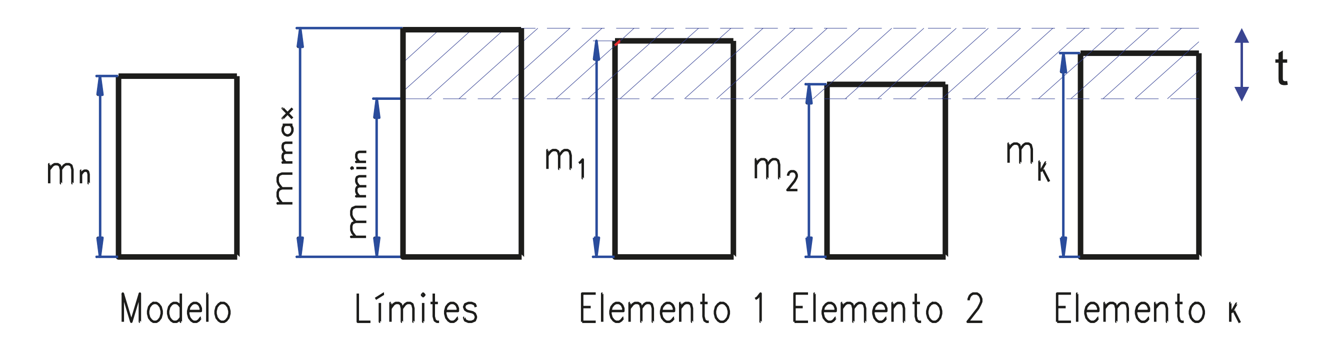




Parámetros de tolerancia

La norma UNE-EN ISO 286-1:2011 define los siguientes parámetros vinculados a las tolerancias dimensionales:

- Medida nominal (m_n) es el valor ideal de diseño
- Medida inferior (m_{min}) es la media mínima compatible con el diseño
- Medida superior (m_{max}) es la medida máxima compatible con el diseño
- La medida real de los productos fabricados (m_1, m_2,..., m_k) puede oscilar libremente entre estos límites



- La diferencia entre el límite superior y el inferior se denomina tolerancia

$$t = m_{max} - m_{min}$$

t>0, porque t=0 es inviable

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

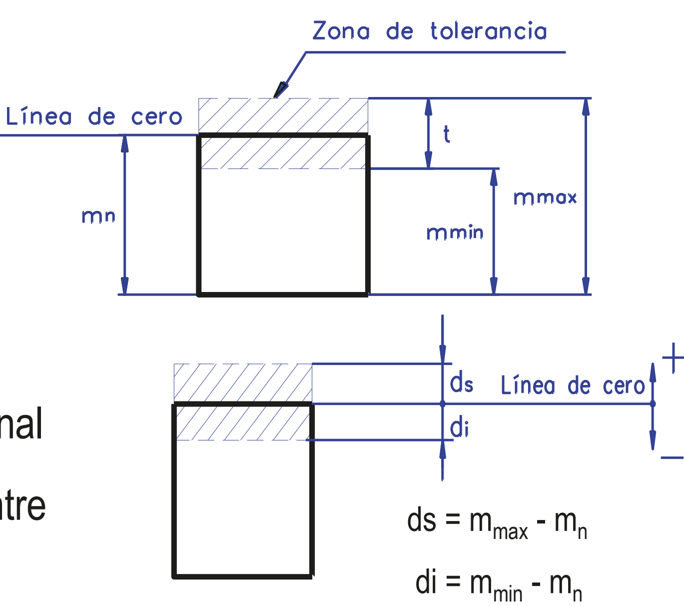
Parámetros de tolerancia

√ El área comprendida entre las líneas de referencia de ambos límites es la zona de tolerancia

√ La medida nominal es la línea de cero (o línea de referencia)

√ La desviación superior es la diferencia entre el límite máximo y la medida nominal

√ La desviación inferior es la diferencia entre el límite mínimo y la medida nominal



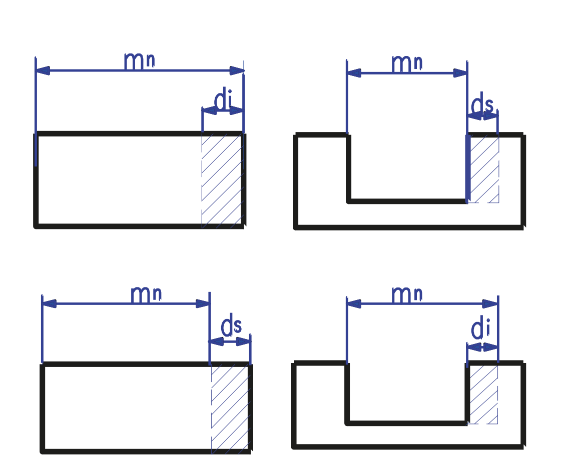
$$ds = m_{max} - m_n$$

$$di = m_{min} - m_n$$

√ Tolerancias con cero obligado son aquellas en las que una de las dos desviaciones es nula:

√ máximo material consiste en especificar una desviación superior nula para elemento macizo, o una desviación inferior nula para hueco

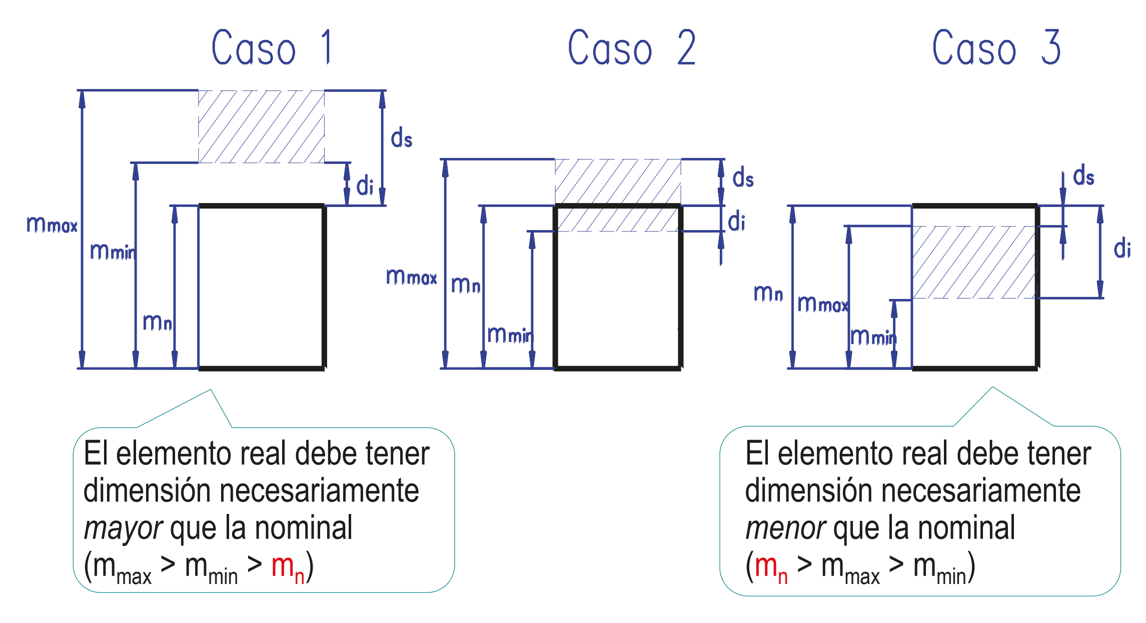
√ mínimo material consiste en especificar una desviación inferior nula para elemento macizo, o una desviación superior nula para hueco



Parámetros de tolerancia

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusiones
Tablas ISO

√ Los signos de las desviaciones dan lugar a tres tipos de posiciones de las zonas de tolerancia:



La opción más intuitiva es elegir la medida nominal contenida en la zona de tolerancia (caso 2)…

…pero excluir la medida nominal de la zona de tolerancia permite expresar ajustes entre dos piezas con la misma medida nominal



Más detalles sobre Ajustes en 4.3.3

Representación de tolerancias

Las tolerancias dimensionales se pueden representar de tres modos:

1 **Límites**

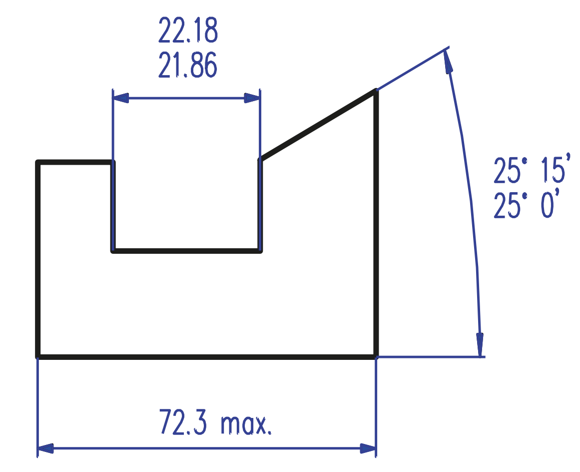
2 Desviaciones

3 Clase ISO de tolerancia

√ Se consigna la medida límite superior encima de la inferior (que ocupa el lugar de la cifra de cota)

√ Este método es poco utilizado porque no refleja la medida nominal

√ Cuando sólo debe darse el límite máximo o el mínimo se pone la cifra que corresponde al límite, seguida de la indicación ‘máx.’ o ‘min.’



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Representación de tolerancias

Las tolerancias dimensionales se pueden representar de tres modos:

1 Límites

2 **Desviaciones**

- Se anota el valor de la tolerancia a la derecha de la cifra de la medida nominal
- La tolerancia se da desglosada en medida nominal, desviación superior y desviación inferior
- Se consigna la desviación superior sobre la inferior
- Todas las cifras (dimensiones nominales y tolerancias) deben estar expresadas en la misma unidad (usualmente en mm)

3 Clase ISO de tolerancia

Representación de tolerancias

Las tolerancias dimensionales se pueden representar de tres modos:

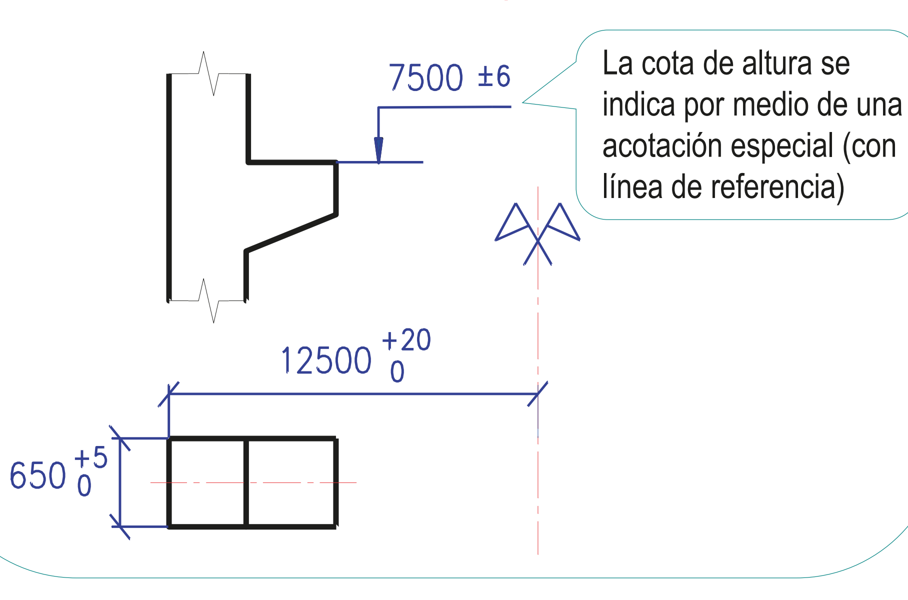
1 Límites

2 Desviaciones

3 Clase ISO de tolerancia

Existe un método de indicación de tolerancias para edificación definido en UNE-EN ISO 6284:2000

Es válido tanto para tolerancias de dimensiones como de posición



Representación de tolerancias

Las tolerancias dimensionales se pueden representar de tres modos:

1 Límites

2 **Desviaciones**

3 Clase ISO de tolerancia



Las excepciones en las desviaciones son:

- Una de las dos desviaciones es nula

  En tal caso se consigna el valor 0 (sin signo ni decimales) en la posición de dicha desviación

- Ambas desviaciones son iguales y de signo contrario (tolerancia simétrica)

  En tal caso se consigna la cifra una sola vez, precedida del signo ±

- Si se emplea una unidad para todas las desviaciones, distinta de la unidad de las medidas nominales, ésta se indicará en la correspondiente nota del bloque de títulos

- Si son unas pocas tolerancias las que se expresan en una unidad distinta a la del resto, se indicará tal unidad a continuación de cada cifra

Representación de tolerancias

Las tolerancias dimensionales se pueden representar de tres modos:

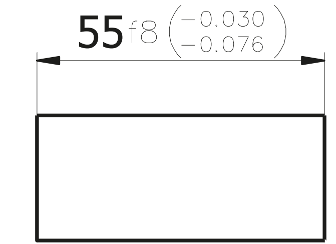
1 Límites

2 Desviaciones

3 Clase ISO de tolerancia

El sistema ISO (UNE-EN ISO 286-1:2011) anota la tolerancia a continuación de la medida nominal mediante un código que indica:

- √ La posición de la zona de tolerancia, que, según los casos, viene dada por la desviación superior (d_s) o la inferior (d_i)
- √ La anchura, o 'calidad', de la zona de tolerancia (t)



¡Se recomienda complementar esta indicación de la tolerancia consignando a continuación y entre paréntesis los valores de las desviaciones!

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Representación de tolerancias

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusiones
Tablas ISO

La norma ISO (UNE-EN ISO 286-1:2011) define 18 calidades, o anchuras de la zona de tolerancia, que se denominan índices de tolerancia (IT)

- √ No son valores absolutos, sino relativos a la medida nominal
- √ No varían continuamente, sino por grupos:

Por ejemplo, para una medida nominal de 55 y una calidad de 8, la anchura de la zona de tolerancia es de 0,046 mm

Grupos de medidas nominales	CALIDADES (μm)																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
Hasta 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
>3 a 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
>6 a 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
>10 a 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
>18 a 30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
>30 a 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
>50 a 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900

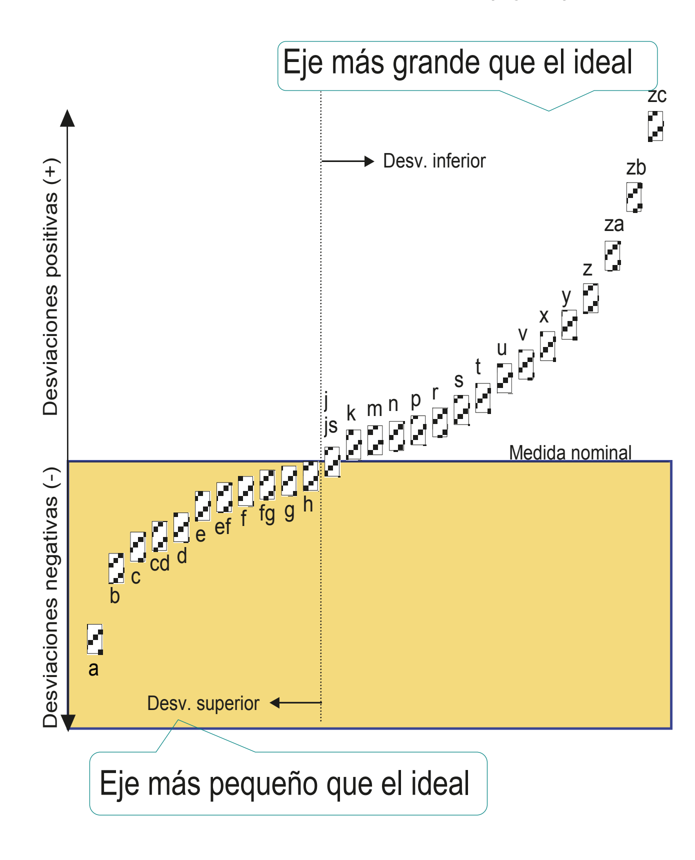


La tabla completa se puede consultar al final de la lección

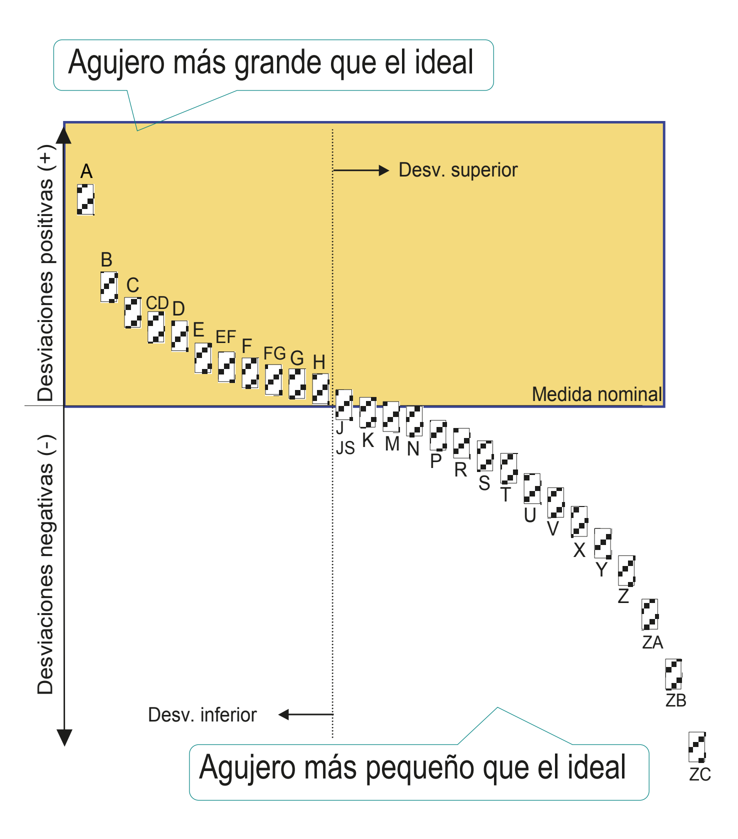
Representación de tolerancias

La posición de la zona de tolerancia viene dada por una o dos letras cuyo significado se explica en las siguientes figuras:

Letras minúsculas para elementos macizos (ejes)



Letras mayúsculas para elementos huecos (agujeros)



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Representación de tolerancias

Para transformar la zona de tolerancia en el valor numérico de la desviación superior o inferior hay que consultar las tablas de desviaciones de la norma ISO (UNE-EN ISO 286-1:2011) :

- √ La figura ilustra el procedimiento de búsqueda de una tolerancia f para una medida nominal de 55 mm
- √ Por ser una letra minúscula, corresponde buscar en las tablas de ejes
- √ Por ser una letra anterior a la h, el valor obtenido corresponde con la desviación superior

Posición		a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h
Calidad		Todas las calidades										
Desv. fundamental		Desviación superior ds (μm)										
nominales (mm)	d ≤ 3	- 270	- 140	- 60	- 34	- 20	- 14	- 10	- 6	- 4	- 2	0
	3 < d ≤ 6	- 270	- 140	- 70	- 46	- 30	- 20	- 14	- 10	- 6	- 4	0
	6 < d ≤ 10	- 280	- 150	- 80	- 56	- 40	- 25	- 18	- 13	- 8	- 5	0
	10 < d ≤ 18	- 290	- 150	- 95	—	- 50	- 32	—	- 16	—	- 6	0
	18 < d ≤ 30	- 300	- 160	- 110	—	- 65	- 40	—	- 20	—	- 7	0
	30 < d ≤ 40	- 310	- 170	- 120	—	- 80	- 50	—	- 25	—	- 9	0
	40 < d ≤ 50	- 320	- 180	- 130								
	50 < d ≤ 65	- 340	- 190	- 140	—	- 100	- 60	—	- 30	—	- 10	0
	65 < d ≤ 80	- 360	- 200	- 150								
	80 < d ≤ 100	- 380	- 220	- 170								

Las tablas completas se pueden consultar al final de la lección

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

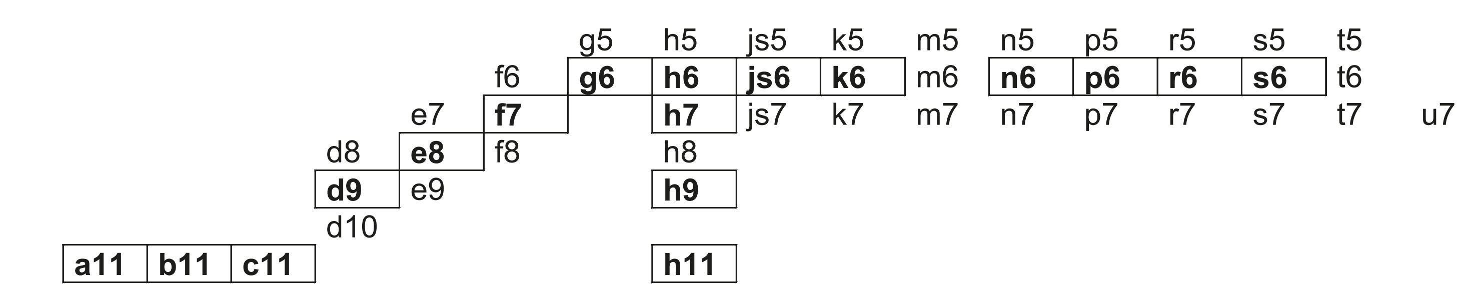
Representación de tolerancias

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusiones
Tablas ISO

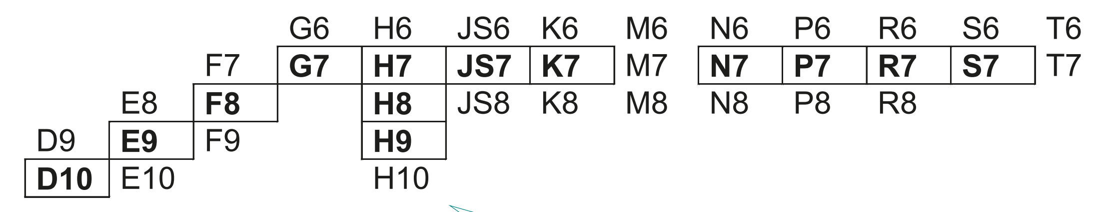
El sistema ISO permite demasiadas tolerancias



Para reducir costes, se definen subconjuntos de tolerancias recomendadas



						g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5	t5	
					f6	**g6**	**h6**	**js6**	**k6**	m6	**n6**	**p6**	**r6**	**s6**	t6	
				e7	**f7**		**h7**	js7	k7	m7	n7	p7	r7	s7	t7	u7
			d8	**e8**	f8		h8									
			d9	e9			**h9**									
			d10													
a11	**b11**	**c11**					**h11**									



			G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6	R6	S6	T6
		F7	**G7**	**H7**	**JS7**	**K7**	M7	**N7**	**P7**	**R7**	**S7**	T7
	E8	**F8**		**H8**	JS8	K8	M8	N8	P8	R8		
D9	**E9**	F9		**H9**								
D10	E10			H10								

Un subgrupo (recuadro y negrita) contiene las tolerancias preferentes

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tolerancias generales

Las tolerancias generales se utilizan para garantizar la calidad del producto final, sin tener que indicar las tolerancias admisibles para todas y cada una de las formas de los numerosos elementos característicos en que se descompone cualquier producto

La norma ISO 2768-1:1989 (UNE-EN 22768-1:1994) define la tolerancia general dimensional como sigue:

- √ Afectan a todos los elementos de la pieza, a excepción de los elementos que posean una indicación individual de tolerancia
- √ Se distinguen cuatro clases de tolerancia, de forma que el valor de la tolerancia depende de la clase elegida y de la dimensión nominal
- √ Se aplican tanto a dimensiones lineales como a dimensiones angulares
- √ Se distingue además entre dimensiones lineales, aristas matadas y dimensiones angulares

Tolerancias para dimensiones lineales, excepto aristas matadas									
Clase de tolerancia		**Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (en mm)**							
Design.	Descripción	0,5 (*) hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000	Más de 2000 hasta 4000
f	fina	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	-
m	media	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c	grosera	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v	muy grosera	-	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

Tolerancias generales

Para indicar la condición de tolerancia general basta:

- √ Invocar la norma correspondiente (por ejemplo UNE-EN 22768-93, ó ISO 2768) en el bloque de títulos
- √ Acompañar la referencia a la norma con los dos códigos de las clases de tolerancia que se aplican (dimensional y geométrica)
- √ Opcionalmente, se puede añadir la tabla con las desviaciones admisibles en las clases de tolerancia elegidas

Dimensiones lineales	Hasta 6	> 6 - 30	> 30 - 120	> 120 - 400	> 400 - 1000	> 1000 - 2000	> 2000 - 4000
Tolerancias	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0

Observaciones: Tolerancias generales según norma ISO 2768 mK	Título:		Plano nº: / Hoja nº: de
Escala 1:1	Un. dim. mm	Departamento de Tecnología, Universitat Jaume I	Dibujado por: / Comprobado por:	Fecha: / Fecha:



La indicación de tolerancia general es muy restrictiva, porque obliga a comprobar TODAS las medidas

ISBN: 978-84-18951-43-5

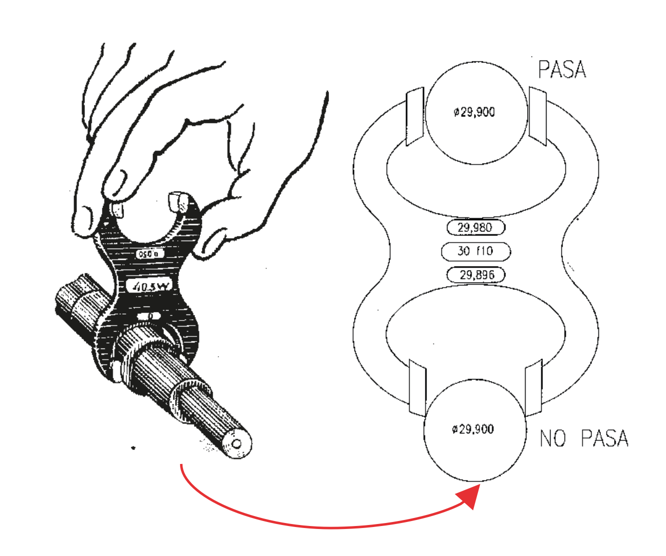
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

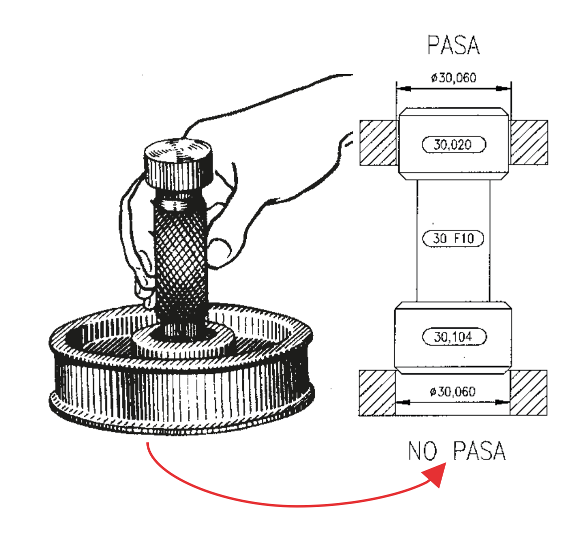
Verificación de tolerancias

Cuando se asignan tolerancias a los diseños es conveniente tener presente que se está exigiendo que se realice un proceso de validación/rechazo de las piezas fabricadas

Se emplean diferentes métodos de inspección y control de calidad para comprobar las dimensiones de las piezas construidas

El método más habitual a pie de máquina son los calibres "pasa - no pasa"





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

1 Las tolerancias dimensionales especifican los errores admisibles en las dimensiones

2 Se deben indicar cuando se necesite un proceso especial para garantizar una precisión mínima

3 Se indican con una simbología complementaria a la acotación, que tiene tres variantes:

- √ Límites
- √ Desviaciones
- √ Clases ISO

4 Las “buenas prácticas” están recogidas en:

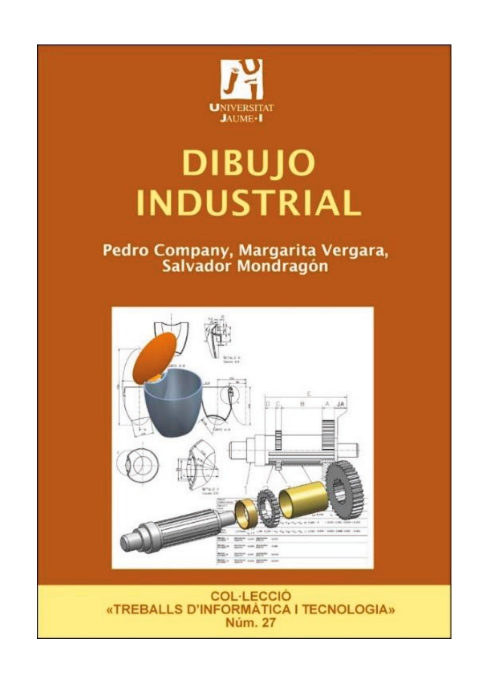
- √ Sistemas de acotación (a destacar el ISO)
- √ Tolerancias preferentes
- √ Experiencia

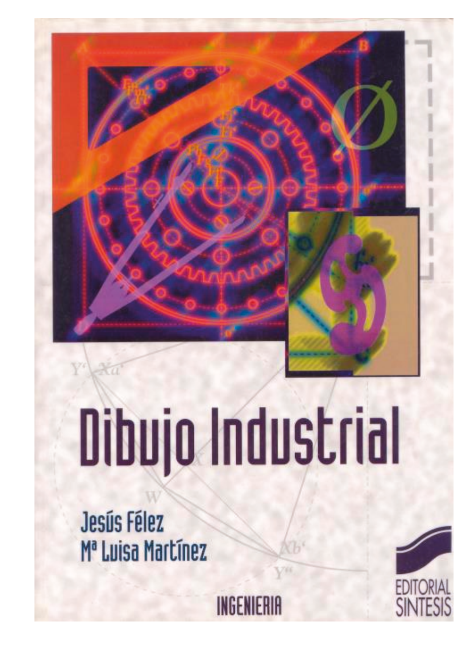
5 Están ligadas a los ajustes

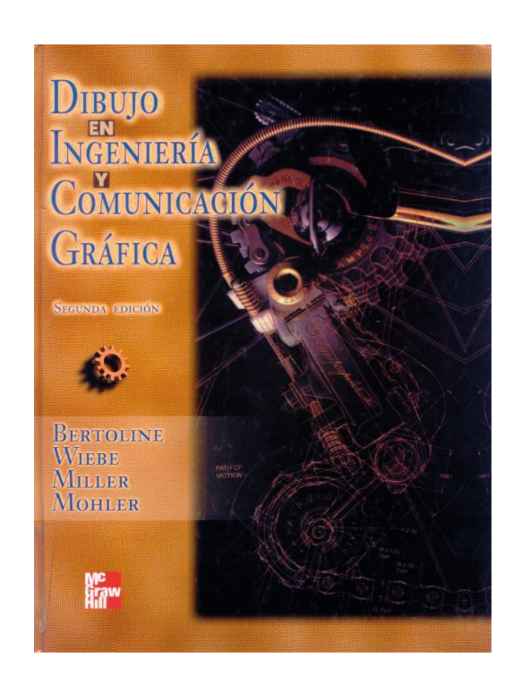
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Para repasar







Capítulo 2.5:
Tolerancias dimensionales

Capítulo 7:
tolerancias dimensionales

Capítulo 15:
Prácticas para dimensionamiento y tolerancias

Tablas ISO 286

La tabla contiene las tolerancias correspondientes a las diferentes calidades y rangos de medidas nominales

Grupos de medidas nominales	CALIDADES (µm)																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
Hasta 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
>3 a 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
>6 a 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
>10 a 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
>18 a 30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
>30 a 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
>50 a 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
>80 a 120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
>120 a 180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
>180 a 250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
>250 a 315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
>315 a 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	670	890	1400	2300	3600
>400 a 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

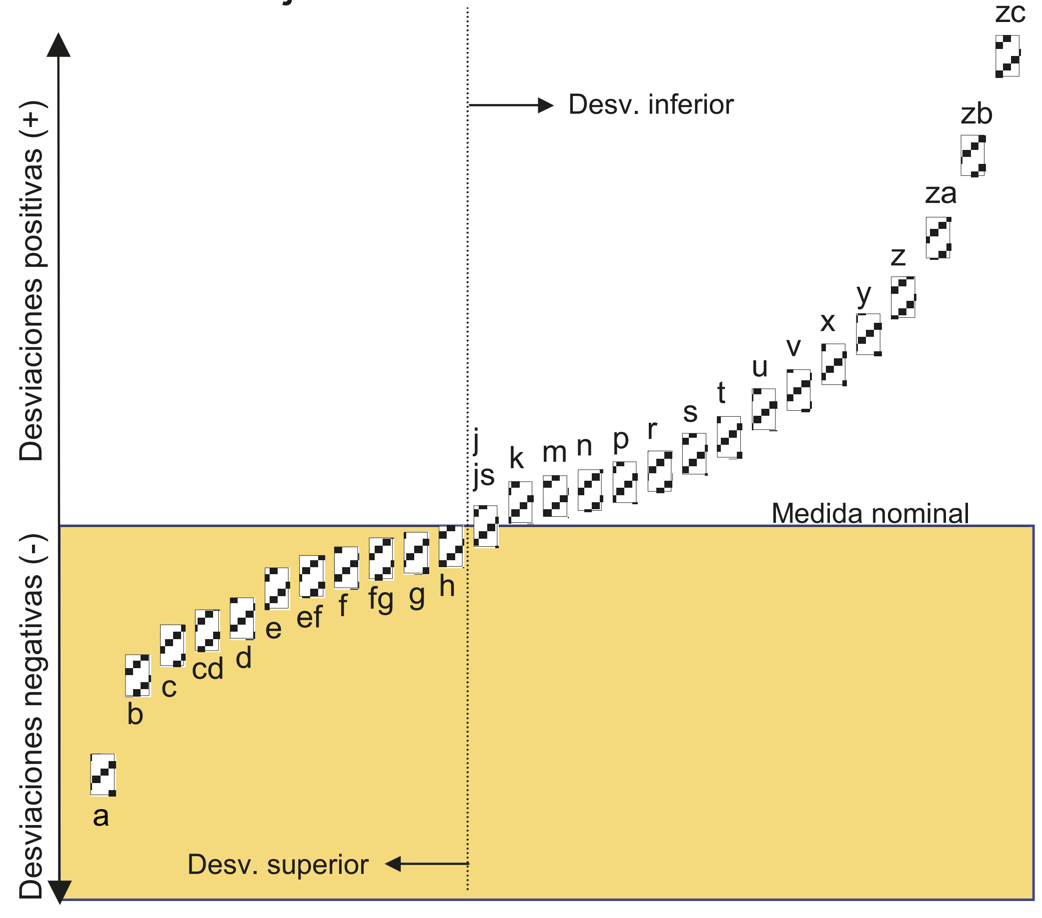
Ultra-precisión | Instrum. de medida | Piezas de máquinas de precisión | Piezas que deben ensamblar

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tablas ISO 286

La figura muestra gráficamente las posiciones relativas de las zonas de tolerancias ISO para desviaciones de los ejes



Tablas ISO 286

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusión
Tablas ISO

Las tablas muestran las desviaciones para las distintas posiciones relativas de las zonas de tolerancias ISO para los ejes:

Posición		a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h
Calidad		Todas las calidades										
Desv. fundamental		Desviación superior ds (μm)										
Grupos de medidas nominales (mm)	d ≤ 3	- 270	- 140	- 60	- 34	- 20	- 14	- 10	- 6	- 4	- 2	0
	3 < d ≤ 6	- 270	- 140	- 70	- 46	- 30	- 20	- 14	- 10	- 6	- 4	0
	6 < d ≤ 10	- 280	- 150	- 80	- 56	- 40	- 25	- 18	- 13	- 8	- 5	0
	10 < d ≤ 18	- 290	- 150	- 95	___	- 50	- 32	___	- 16	___	- 6	0
	18 < d ≤ 30	- 300	- 160	- 110	___	- 65	- 40	___	- 20	___	- 7	0
	30 < d ≤ 40	- 310	- 170	- 120	___	- 80	- 50	___	- 25	___	- 9	0
	40 < d ≤ 50	- 320	- 180	- 130								
	50 < d ≤ 65	- 340	- 190	- 140	___	- 100	- 60	___	- 30	___	- 10	0
	65 < d ≤ 80	- 360	- 200	- 150								
	80 < d ≤ 100	- 380	- 220	- 170	___	- 120	- 72	___	- 36	___	- 12	0
	100 < d ≤ 120	- 410	- 240	- 180								
	120 < d ≤ 140	- 460	- 260	- 200	___	- 145	- 85	___	- 43	___	- 14	0
	140 < d ≤ 160	- 520	- 280	- 210								
	160 < d ≤ 180	- 580	- 310	- 230								
	180 < d ≤ 200	- 660	- 340	- 240	___	- 170	- 100	___	- 50	___	- 15	0
	200 < d ≤ 225	- 740	- 380	- 260								
	225 < d ≤ 250	- 820	- 420	- 280								
	250 < d ≤ 280	- 920	- 480	- 300	___	- 190	- 110	___	- 56	___	- 17	0
	280 < d ≤ 315	- 1050	- 540	- 330								
	315 < d ≤ 355	- 1200	- 600	- 360	___	- 210	- 125	___	- 65	___	- 18	0
	355 < d ≤ 400	- 1350	- 680	- 400								
	400 < d ≤ 450	- 1500	- 760	- 440	___	- 230	- 135	___	- 68	___	- 20	0
	450 < d ≤ 500	- 1650	- 840	- 480								

Tablas ISO 286

Posición		j			k		m	n	p	r	s
Calidad		5, 6	7	8	4,5,6,7	resto	Todas las calidades				
Desv. fundamental		Desviación inferior di (μm)									
Grupos de medida nominal (mm)	d ≤ 3	- 2	- 4	- 6	+ 0	+ 0	+ 2	+ 4	+ 6	+ 10	+ 14
	3 < d ≤ 6	- 2	- 4	___	+ 1	+ 0	+ 4	+ 8	+ 12	+ 15	+ 19
	6 < d ≤ 10	- 2	- 5	___	+ 1	+ 0	+ 6	+ 10	+ 15	+ 19	+ 23
	10 < d ≤ 18	- 3	- 6	___	+ 1	+ 0	+ 7	+ 12	+ 18	+ 23	+ 28
	18 < d ≤ 30	- 4	- 8	___	+ 2	+ 0	+ 8	+ 15	+ 22	+ 28	+ 35
	30 < d ≤ 50	- 5	- 10	___	+ 2	+ 0	+ 9	+ 17	+ 26	+ 34	+ 43
	50 < d ≤ 65	- 7	- 12	___	+ 2	+ 0	+ 11	+ 20	+ 32	+ 41	+ 53
	65 < d ≤ 80									+ 43	+ 59
	80 < d ≤ 100	- 9	- 15	___	+ 3	+ 0	+ 13	+ 23	+ 37	+ 51	+ 71
	100 < d ≤ 120									+ 54	+ 79
	120 < d ≤ 140	- 11	- 18	___	+ 3	+ 0	+ 15	+ 27	+ 43	+ 63	+ 92
	140 < d ≤ 160									+ 65	+ 100
	160 < d ≤ 180									+ 68	+ 108
	180 < d ≤ 200	- 13	- 21	___	+ 4	+ 0	+ 17	+ 31	+ 50	+ 77	+ 122
	200 < d ≤ 225									+ 80	+ 130
	225 < d ≤ 250									+ 84	+ 140
	250 < d ≤ 280	- 16	- 26	___	+ 4	+ 0	+ 20	+ 34	+ 56	+ 94	+ 158
	280 < d ≤ 315									+ 98	+ 170
	315 < d ≤ 355	- 18	- 28	___	+ 4	+ 0	+ 21	+ 37	+ 62	+ 108	+ 190
	355 < d ≤ 400									+ 114	+ 208
	400 < d ≤ 450	- 20	- 32	___	+ 5	+ 0	+ 23	+ 40	+ 68	+ 126	+ 232
	450 < d ≤ 500									+ 132	+ 252

ISBN: 978-84-18951-43-5

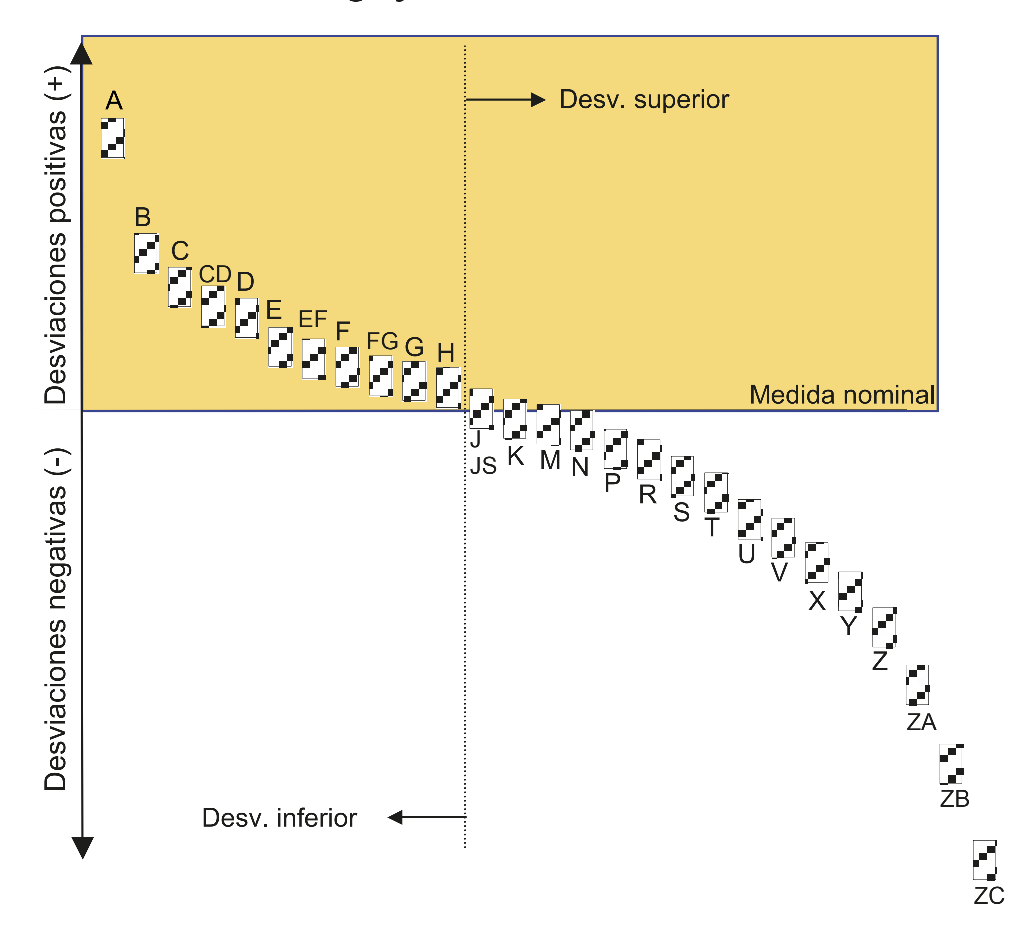
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tablas ISO 286

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusión
Tablas ISO

	Posición	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
	Calidad	Todas las calidades								
	Desv. fundamental	Desviación inferior di (μm)								
Grupos de medidas nominales (mm)	d ≤ 3	—	+ 18	—	+ 20	—	+ 26	+ 32	+ 40	+ 60
	3 < d ≤ 6	—	+ 23	—	+ 28	—	+ 35	+ 42	+ 50	+ 80
	6 < d ≤ 10	—	+ 28	—	+ 34	—	+ 42	+ 52	+ 67	+ 97
	10 < d ≤ 14	—	+ 33	—	+ 40	—	+ 50	+ 64	+ 90	+ 130
	14 < d ≤ 18			+ 39	+ 45	—	+ 60	+ 77	+ 108	+ 150
	18 < d ≤ 24	—	+ 41	+ 47	+ 54	+ 63	+ 73	+ 98	+ 136	+ 188
	24 < d ≤ 30	+ 41	+ 48	+ 55	+ 64	+ 75	+ 88	+ 118	+ 160	+ 218
	30 < d ≤ 40	+ 48	+ 60	+ 68	+ 80	+ 94	+ 112	+ 148	+ 200	+ 274
	40 < d ≤ 50	+ 54	+ 70	+ 81	+ 97	+ 114	+ 136	+ 180	+ 242	+ 325
	50 < d ≤ 65	+ 66	+ 87	+ 102	+ 122	+ 144	+ 172	+ 226	+ 300	+ 405
	65 < d ≤ 80	+ 75	+ 102	+ 120	+ 146	+ 174	+ 210	+ 274	+ 360	+ 480
	80 < d ≤ 100	+ 91	+ 124	+ 146	+ 178	+ 214	+ 258	+ 335	+ 445	+ 585
	100 < d ≤ 120	+ 104	+ 144	+ 172	+ 210	+ 254	+ 310	+ 400	+ 525	+ 690
	120 < d ≤ 140	+ 122	+ 170	+ 202	+ 248	+ 300	+ 365	+ 470	+ 620	+ 800
	140 < d ≤ 160	+ 134	+ 190	+ 228	+ 280	+ 340	+ 415	+ 535	+ 700	+ 900
	160 < d ≤ 180	+ 146	+ 210	+ 252	+ 310	+ 380	+ 465	+ 600	+ 780	+ 1000
	180 < d ≤ 200	+ 166	+ 236	+ 284	+ 350	+ 425	+ 520	+ 670	+ 880	+ 1150
	200 < d ≤ 225	+ 180	+ 258	+ 310	+ 385	+ 470	+ 575	+ 740	+ 960	+ 1250
	225 < d ≤ 250	+ 196	+ 284	+ 340	+ 425	+ 520	+ 640	+ 820	+ 1050	+ 1350
	250 < d ≤ 280	+ 218	+ 315	+ 385	+ 475	+ 580	+ 710	+ 920	+ 1200	+ 1550
	280 < d ≤ 315	+ 240	+ 350	+ 425	+ 525	+ 650	+ 790	+ 1000	+ 1300	+ 1700
	315 < d ≤ 355	+ 268	+ 390	+ 475	+ 590	+ 730	+ 900	+ 1150	+ 1500	+ 1900
	355 < d ≤ 400	+ 294	+ 435	+ 530	+ 660	+ 820	+ 1000	+ 1300	+ 1650	+ 2100
	400 < d ≤ 450	+ 330	+ 490	+ 595	+ 740	+ 920	+ 1100	+ 1450	+ 1850	+ 2400
	450 < d ≤ 500	+ 360	+ 540	+ 660	+ 820	+ 1000	+ 1250	+ 1600	+ 2100	+ 2600

La figura muestra gráficamente las posiciones relativas de las zonas de tolerancias ISO para desviaciones de los agujeros



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tablas ISO 286

Las tablas muestran las desviaciones para las distintas posiciones relativas de las zonas de tolerancias ISO para los agujeros:

Posición		A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H
Calidad		Todas las calidades										
Desv. fundamental		Desviación inferior Di (μm)										
Grupos de medidas nominales (mm)	d ≤ 3	+ 270	+ 140	+ 60	+ 34	+ 20	+ 14	+ 10	+ 6	+ 4	+ 2	0
	3 < d ≤ 6	+ 270	+ 140	+ 70	+ 46	+ 30	+ 20	+ 14	+ 10	+ 6	+ 4	0
	6 < d ≤ 10	+ 280	+ 150	+ 80	+ 56	+ 40	+ 25	+ 18	+ 13	+ 8	+ 5	0
	10 < d ≤ 18	+ 290	+ 150	+ 95	___	+ 50	+ 32	___	+ 16	___	+ 6	0
	18 < d ≤ 30	+ 300	+ 160	+ 110	___	+ 65	+ 40	___	+ 20	___	+ 7	0
	30 < d ≤ 40	+ 310	+ 170	+ 120	___	+ 80	+ 50	___	+ 25	___	+ 9	0
	40 < d ≤ 50	+ 320	+ 180	+ 130								
	50 < d ≤ 65	+ 340	+ 190	+ 140	___	+ 100	+ 60	___	+ 30	___	+ 10	0
	65 < d ≤ 80	+ 360	+ 200	+ 150								
	80 < d ≤ 100	+ 380	+ 220	+ 170	___	+ 120	+ 72	___	+ 36	___	+ 12	0
	100 < d ≤ 120	+ 410	+ 240	+ 180								
	120 < d ≤ 140	+ 460	+ 260	+ 200	___	+ 145	+ 85	___	+ 43	___	+ 14	0
	140 < d ≤ 160	+ 520	+ 280	+ 210								
	160 < d ≤ 180	+ 580	+ 310	+ 230								
	180 < d ≤ 200	+ 660	+ 340	+ 240	___	+ 170	+ 100	___	+ 50	___	+ 15	0
	200 < d ≤ 225	+ 740	+ 380	+ 260								
	225 < d ≤ 250	+ 820	+ 420	+ 280								
	250 < d ≤ 280	+ 920	+ 480	+ 300	___	+ 190	+ 110	___	+ 56	___	+ 17	0
	280 < d ≤ 315	+ 1050	+ 540	+ 330								
	315 < d ≤ 355	+ 1200	+ 600	+ 360	___	+ 210	+ 125	___	+ 65	___	+ 18	0
	355 < d ≤ 400	+ 1350	+ 680	+ 400								
	400 < d ≤ 450	+ 1500	+ 760	+ 440	___	+ 230	+ 135	___	+ 68	___	+ 20	0

Tablas ISO 286

Posición		J			K				M				
Calidad		6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	≥ 9
Desv. fundamental		Desviación superior Ds (μm)											
Grupos de medidas nominales (mm)	d ≤ 3	+ 2	+ 4	+ 6	0	0	0	0	- 2	- 2	- 2	- 2	- 2
	3 < d ≤ 6	+ 5	+ 6	+ 10	0	+ 2	+ 3	+ 5	- 3	- 1	0	+ 2	- 4
	6 < d ≤ 10	+ 5	+ 8	+ 12	+ 1	+ 2	+ 5	+ 6	- 4	- 3	0	+ 1	- 6
	10 < d ≤ 18	+ 6	+ 10	+ 15	+ 2	+ 2	+ 6	+ 8	- 4	- 4	0	+ 2	- 7
	18 < d ≤ 30	+ 8	+ 12	+ 20	+ 1	+ 2	+ 6	+ 10	- 5	- 4	0	+ 4	- 8
	30 < d ≤ 50	+ 10	+ 14	+ 24	+ 2	+ 3	+ 7	+ 12	- 5	- 4	0	+ 5	- 9
	50 < d ≤ 80	+ 13	+ 18	+ 28	+ 3	+ 4	+ 9	+ 14	- 6	- 5	0	+ 5	- 11
	80 < d ≤ 120	+ 16	+ 22	+ 34	+ 2	+ 4	+ 10	+ 16	- 8	- 6	0	+ 6	- 13
	120 < d ≤ 180	+ 18	+ 26	+ 41	+ 3	+ 4	+ 12	+ 20	- 9	- 8	0	+ 8	- 15
	180 < d ≤ 250	+ 22	+ 30	+ 47	+ 2	+ 5	+ 13	+ 22	- 11	- 8	0	+ 9	- 17
	250 < d ≤ 315	+ 25	+ 36	+ 55	+ 3	+ 5	+ 16	+ 25	- 13	- 9	0	+ 9	- 20
	315 < d ≤ 400	+ 29	+ 39	+ 60	+ 3	+ 7	+ 17	+ 28	- 14	- 10	0	+ 11	- 21
	400 < d ≤ 450	+ 33	+ 43	+ 66	+ 2	+ 8	+ 18	+ 29	- 16	- 10	0	+ 11	- 23

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tablas ISO 286

Precisión

Tolerancia

Parámetros

Representación

Tol. generales

Verificación

Conclusión

Tablas ISO

Posición		N					P				R			
Calidad		5	6	7	8	≥ 9	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8
Desv. fundamental		Desviación superior Ds (μm)												
Grupos de medidas nominales (mm)	d ≤ 3	- 4	- 4	- 4	- 4	- 4	- 6	- 6	- 6	- 6	- 10	- 10	- 10	- 10
	3 < d ≤ 6	- 7	- 5	- 4	- 2	0	- 11	- 9	- 8	- 12	- 14	- 12	- 11	- 15
	6 < d ≤ 10	- 8	- 7	- 4	- 3	0	- 13	- 12	- 9	- 15	- 17	- 16	- 13	- 19
	10 < d ≤ 18	- 9	- 9	- 5	- 3	0	- 15	- 15	- 11	- 18	- 20	- 20	- 16	- 23
	18 < d ≤ 30	- 12	- 11	- 7	- 3	0	- 19	- 18	- 14	- 22	- 25	- 24	- 20	- 28
	30 < d ≤ 50	- 13	- 12	- 8	- 3	0	- 22	- 21	- 17	- 26	- 30	- 29	- 25	- 34
	50 < d ≤ 65	- 15	- 14	- 9	- 4	0	- 27	- 26	- 21	- 32	- 36	- 35	- 30	- 41
	65 < d ≤ 80										- 38	- 37	- 32	- 43
	80 < d ≤ 100	- 18	- 16	- 10	- 4	0	- 32	- 30	- 24	- 37	- 46	- 44	- 38	- 51
	100 < d ≤ 120										- 49	- 47	- 41	- 54
	120 < d ≤ 140	- 21	- 20	- 12	- 4	0	- 37	- 36	- 28	- 43	- 57	- 56	- 48	- 63
	140 < d ≤ 160										- 59	- 58	- 50	- 65
	160 < d ≤ 180										- 62	- 61	- 53	- 68
	180 < d ≤ 200	- 25	- 22	- 14	- 5	0	- 44	- 41	- 33	- 50	- 71	- 68	- 60	- 77
	200 < d ≤ 225										- 74	- 71	- 63	- 80
	225 < d ≤ 250										- 78	- 75	- 67	- 84
	250 < d ≤ 280	- 27	- 25	- 14	- 5	0	- 49	- 47	- 36	- 56	- 87	- 85	- 74	- 94
	280 < d ≤ 315										- 91	- 89	- 78	- 98
	315 < d ≤ 355	- 30	- 26	- 16	- 5	0	- 55	- 51	- 41	- 62	- 101	- 97	- 87	- 108
	355 < d ≤ 400										- 107	- 103	- 93	- 114
	400 < d ≤ 450	- 33	- 27	- 17	- 6	0	- 61	- 55	- 45	- 68	- 119	- 113	- 103	- 126
	450 < d ≤ 500										- 125	- 119	- 109	- 132

Tablas ISO 286

Posición	S				T				U			
Calidad	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8
Desv. fundamental	Desviación superior Ds (μm)											
Grupos de medidas nominales (mm)												
d ≤ 3	- 14	- 14	- 14	- 14	___	___	___	___	- 18	- 18	- 18	- 18
3 < d ≤ 6	- 18	- 16	- 15	- 19	___	___	___	___	- 22	- 20	- 19	- 23
6 < d ≤ 10	- 21	- 20	- 17	- 23	___	___	___	___	- 26	- 25	- 22	- 28
10 < d ≤ 18	- 25	- 25	- 21	- 28	___	___	___	___	- 30	- 30	- 26	- 33
18 < d ≤ 24	- 32	- 31	- 27	- 35	___	___	___	___	- 38	- 37	- 33	- 41
24 < d ≤ 30					- 38	- 37	- 33	- 41	- 45	- 44	- 40	- 48
30 < d ≤ 40	- 39	- 38	- 34	- 43	- 44	- 43	- 39	- 48	- 56	- 55	- 51	- 60
40 < d ≤ 50					- 50	- 49	- 45	- 54	- 66	- 65	- 61	- 70
50 < d ≤ 65	- 48	- 47	- 42	- 53	- 61	- 60	- 55	- 66	- 82	- 81	- 76	- 87
65 < d ≤ 80	- 54	- 53	- 48	- 59	- 70	- 69	- 64	- 75	- 97	- 96	- 91	- 102
80 < d ≤ 100	- 66	- 64	- 58	- 71	- 86	- 84	- 78	- 91	- 119	- 117	- 111	- 124
100 < d ≤ 120	- 74	- 72	- 66	- 79	- 99	- 97	- 91	- 104	- 139	- 137	- 131	- 144
120 < d ≤ 140	- 86	- 85	- 77	- 92	- 116	- 115	- 107	- 122	- 164	- 163	- 155	- 170
140 < d ≤ 160	- 94	- 93	- 85	- 100	- 128	- 127	- 119	- 134	- 184	- 183	- 175	- 190
160 < d ≤ 180	- 102	- 101	- 93	- 108	- 140	- 139	- 131	- 146	- 204	- 203	- 195	- 210
180 < d ≤ 200	- 116	- 113	- 105	- 122	- 160	- 157	- 149	- 166	- 230	- 227	- 219	- 236
200 < d ≤ 225	- 124	- 121	- 113	- 130	- 174	- 171	- 163	- 180	- 252	- 249	- 241	- 258
225 < d ≤ 250	- 134	- 131	- 123	- 140	- 190	- 187	- 179	- 196	- 278	- 275	- 267	- 284
250 < d ≤ 280	- 151	- 149	- 138	- 158	- 211	- 209	- 198	- 218	- 308	- 306	- 295	- 315
280 < d ≤ 315	- 163	- 161	- 150	- 170	- 233	- 231	- 220	- 240	- 343	- 341	- 330	- 350
315 < d ≤ 355	- 183	- 179	- 169	- 190	- 261	- 257	- 247	- 268	- 383	- 379	- 369	- 390
355 < d ≤ 400	- 201	- 197	- 187	- 208	- 287	- 283	- 273	- 294	- 428	- 424	- 414	- 435
400 < d ≤ 450	- 225	- 219	- 209	- 232	- 323	- 317	- 307	- 330	- 483	- 477	- 467	- 490
450 < d ≤ 500	- 245	- 239	- 229	- 252	- 353	- 347	- 337	- 360	- 533	- 527	- 517	- 540

Tablas ISO 286

Posición	V				X				Y		
Calidad	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8	6	7	≥ 8
Desv. fundamental	Desviación superior Ds (μm)										
Grupos de medidas nominales (mm)											
d ≤ 3	___	___	___	___	- 20	- 20	- 20	- 20	___	___	___
3 < d ≤ 6	___	___	___	___	- 27	- 25	- 24	- 28	___	___	___
6 < d ≤ 10	___	___	___	___	- 32	- 31	- 28	- 34	___	___	___
10 < d ≤ 14	___	___	___	___	- 37	- 37	- 33	- 40	___	___	___
14 < d ≤ 18	- 36	- 36	- 32	- 39	- 42	- 42	- 38	- 45	___	___	___
18 < d ≤ 24	- 44	- 43	- 39	- 47	- 51	- 50	- 46	- 54	- 59	- 55	- 63
24 < d ≤ 30	- 52	- 51	- 47	- 55	- 61	- 60	- 56	- 64	- 71	- 67	- 75
30 < d ≤ 40	- 64	- 63	- 59	- 68	- 76	- 75	- 71	- 80	- 89	- 85	- 94
40 < d ≤ 50	- 77	- 76	- 72	- 81	- 93	- 92	- 88	- 97	- 109	- 105	- 114
50 < d ≤ 65	- 97	- 96	- 91	- 102	- 117	- 116	- 111	- 122	- 138	- 133	- 144
65 < d ≤ 80	- 115	- 114	- 109	- 120	- 141	- 140	- 135	- 146	- 168	- 163	- 174
80 < d ≤ 100	- 141	- 139	- 133	- 146	- 173	- 171	- 165	- 178	- 207	- 201	- 214
100 < d ≤ 120	- 167	- 165	- 159	- 172	- 205	- 203	- 197	- 210	- 247	- 241	- 254
120 < d ≤ 140	- 196	- 195	- 187	- 202	- 242	- 241	- 233	- 248	- 293	- 285	- 300
140 < d ≤ 160	- 222	- 221	- 213	- 228	- 274	- 273	- 265	- 280	- 333	- 325	- 340
160 < d ≤ 180	- 246	- 245	- 237	- 252	- 304	- 303	- 295	- 310	- 373	- 365	- 380
180 < d ≤ 200	- 278	- 275	- 267	- 284	- 344	- 341	- 333	- 350	- 416	- 408	- 425
200 < d ≤ 225	- 304	- 301	- 293	- 310	- 379	- 376	- 368	- 385	- 461	- 453	- 470
225 < d ≤ 250	- 334	- 331	- 323	- 340	- 419	- 416	- 408	- 425	- 511	- 503	- 520
250 < d ≤ 280	- 378	- 376	- 365	- 385	- 468	- 466	- 455	- 475	- 571	- 560	- 580
280 < d ≤ 315	- 418	- 416	- 405	- 425	- 518	- 516	- 505	- 525	- 641	- 630	- 650
315 < d ≤ 355	- 468	- 464	- 454	- 475	- 583	- 579	- 569	- 590	- 719	- 709	- 730
355 < d ≤ 400	- 523	- 519	- 509	- 530	- 653	- 649	- 639	- 660	- 809	- 799	- 820
400 < d ≤ 450	- 588	- 582	- 572	- 595	- 733	- 727	- 717	- 740	- 907	- 897	- 920
450 < d ≤ 500	- 653	- 647	- 637	- 660	- 813	- 807	- 797	- 820	- 987	- 977	- 1000

Tablas ISO 286

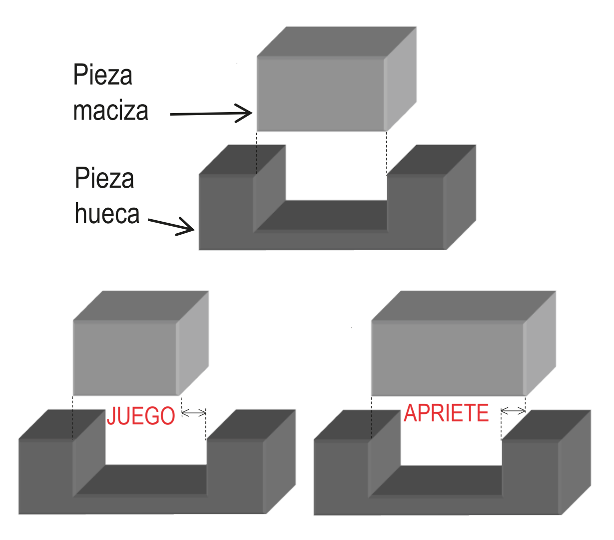
Posición		Z			ZA		ZB	ZC
Calidad		6	7	≥ 8	7	≥ 8	≥ 8	≥ 8
Desv. fundamental		Desviación superior Ds (μm)						
Grupos de medidas nominales (mm)	d ≤ 3	- 26	- 26	- 26	- 32	- 32	- 40	- 60
	3 < d ≤ 6	- 32	- 31	- 35	- 38	- 42	- 50	- 80
	6 < d ≤ 10	- 39	- 36	- 42	- 46	- 52	- 67	- 97
	10 < d ≤ 14	- 47	- 43	- 50	- 57	- 64	- 90	- 130
	14 < d ≤ 18	- 57	- 53	- 60	- 70	- 77	- 108	- 150
	18 < d ≤ 24	- 69	- 65	- 73	- 90	- 98	- 136	- 188
	24 < d ≤ 30	- 84	- 80	- 88	- 110	- 118	- 160	- 218
	30 < d ≤ 40	- 107	- 103	- 112	- 139	- 148	- 200	- 274
	40 < d ≤ 50	- 131	- 127	- 136	- 171	- 180	- 242	- 325
	50 < d ≤ 65	- 166	- 161	- 172	- 215	- 226	- 300	- 405
	65 < d ≤ 80	- 204	- 199	- 210	- 263	- 274	- 360	- 480
	80 < d ≤ 100	- 251	- 245	- 258	- 322	- 335	- 445	- 585
	100 < d ≤ 120	- 303	- 297	- 310	- 387	- 400	- 525	- 690
	120 < d ≤ 140	- 358	- 350	- 365	- 455	- 470	- 620	- 800
	140 < d ≤ 160	- 408	- 400	- 415	- 520	- 535	- 700	- 900
	160 < d ≤ 180	- 458	- 450	- 465	- 585	- 600	- 780	- 1000
	180 < d ≤ 200	- 511	- 503	- 520	- 653	- 670	- 880	- 1150
	200 < d ≤ 225	- 566	- 558	- 575	- 723	- 740	- 960	- 1250
	225 < d ≤ 250	- 631	- 623	- 640	- 803	- 820	- 1050	- 1350
	250 < d ≤ 280	- 701	- 690	- 710	- 900	- 920	- 1200	- 1550
	280 < d ≤ 315	- 781	- 770	- 790	- 980	- 1000	- 1300	- 1700
	315 < d ≤ 355	- 889	- 879	- 900	- 1129	- 1150	- 1500	- 1900
	355 < d ≤ 400	- 989	- 979	- 1000	- 1279	- 1300	- 1650	- 2100
	400 < d ≤ 450	- 1087	- 1077	- 1100	- 1427	- 1450	- 1850	- 2400
	450 < d ≤ 500	- 1237	- 1227	- 1250	- 1577	- 1600	- 2100	- 2600

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Concepto de ajuste

Un ajuste está constituido por el ensamblaje de dos piezas de la misma medida nominal

Entre dos piezas reales que deben encajar (que comparten la misma medida nominal), siempre habrá errores de medida que darán lugar a dos situaciones diferentes:



Especificar un ajuste es asignar tolerancias a las medidas de ambas piezas para asegurar el comportamiento esperado del ensamblaje

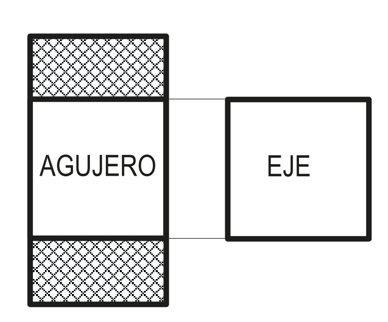
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Concepto de ajuste

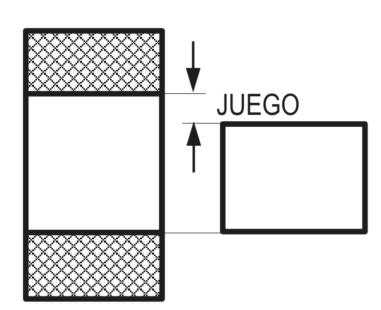
El vocabulario básico de los ajustes es:

- Por tradición, al elemento macizo se le denomina eje, y al elemento hueco agujero



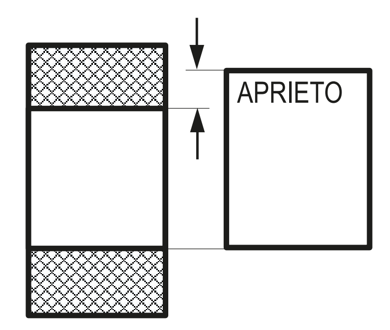
- La unión es móvil cuando la medida del 'agujero' es mayor que la del 'eje', porque existe holgura entre las piezas

- Se denomina juego a la diferencia entre la medida real del 'agujero' y medida real del 'eje'



- La unión es fija cuando la medida del 'agujero' es menor o igual que la del 'eje', porque el encaje de las piezas debe ser forzado

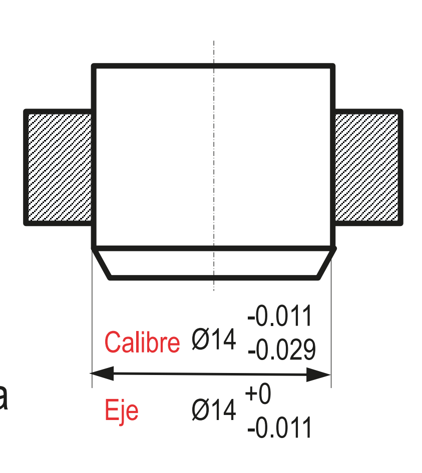
- Se define el apriete (o aprieto) como la diferencia entre la medida del 'eje' y la medida del 'agujero'

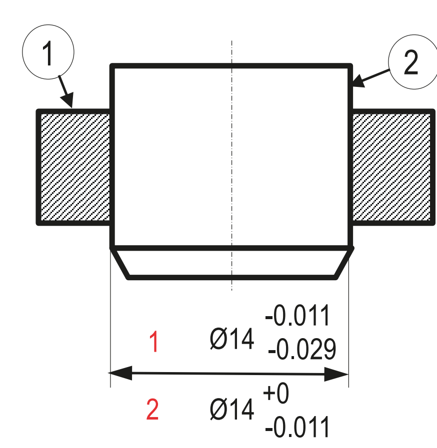


Representación de los ajustes

Los ajustes se indican preferentemente en la representación del ensamblaje

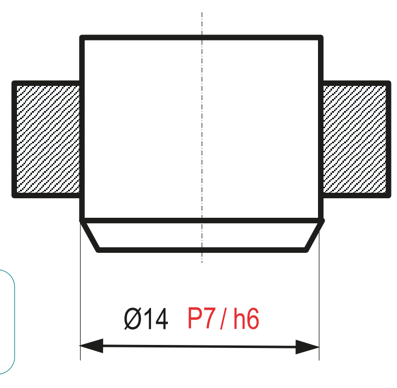
- Se acota la dimensión nominal de las dos piezas que encajan
- Se indica la tolerancia de ambas piezas
- Se indica la correspondencia entre tolerancias y piezas

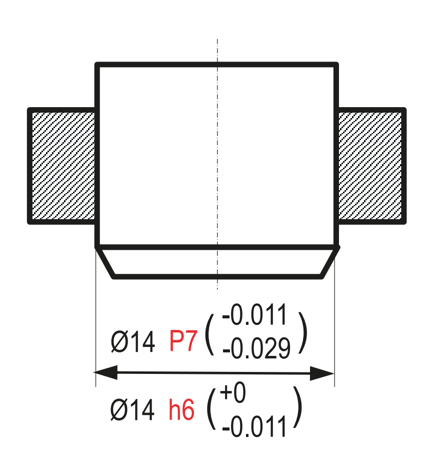




- Si se indican las tolerancias con códigos ISO, la correspondencia con las piezas es trivial

La letra mayúscula corresponde al agujero, y la minúscula al eje



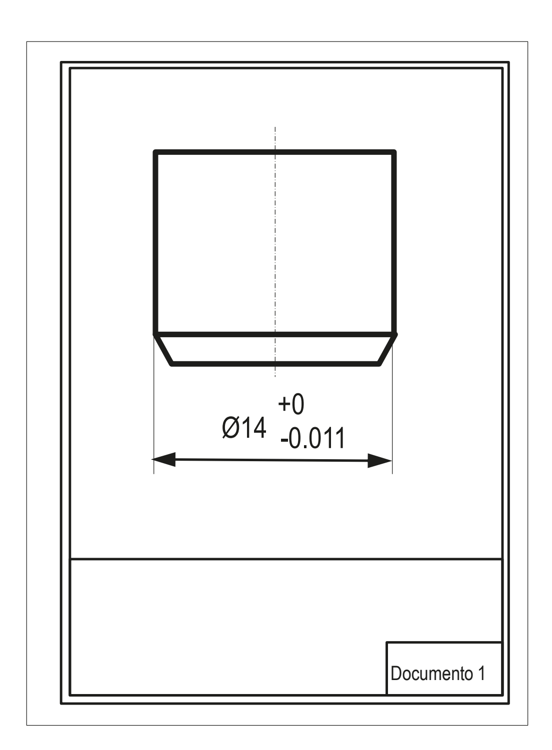


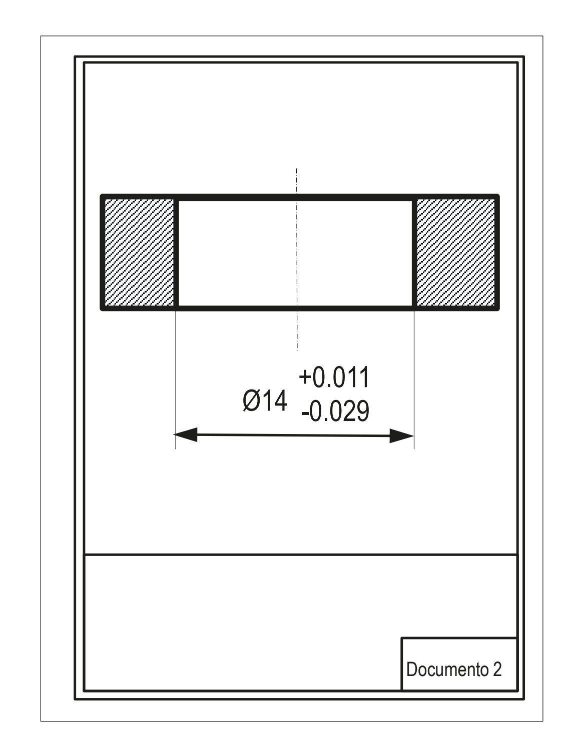
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Representación de los ajustes

Alternativamente, se acota cada una de las dos piezas que ajustan con la tolerancia correspondiente







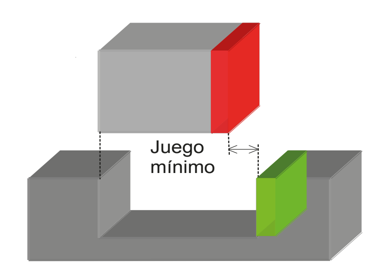
Para mayor claridad, es común acotar tanto las piezas como el ensamblaje, pero en ese caso hay que garantizar que las cotas sean las mismas

Selección de ajustes

Para seleccionar un ajuste hay que traducir las condiciones funcionales buscadas en tolerancias de las dos piezas que encajan

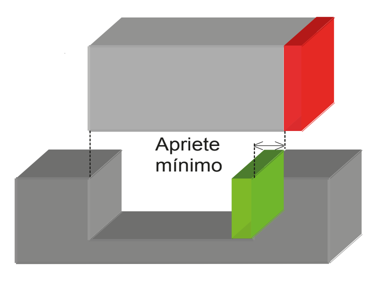
- √ Si la pieza maciza es siempre menor que la hueca, la unión se comporta con juego

  Favorece el montaje de piezas que tienen que tener movimiento relativo



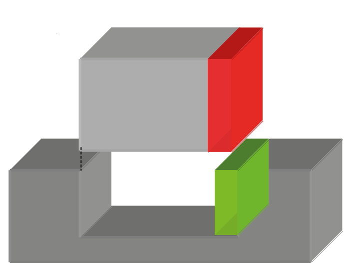
- √ Si la pieza maciza es siempre mayor que la hueca, la unión se comporta con aprieto

  Favorece el montaje de piezas que tienen que quedar unidas solidariamente



- √ Si las zonas de tolerancia de ambas piezas se solapan, el resultado es indeterminado

  Favorece el montaje de piezas que tienen que montarse con facilidad al tiempo que tienen poco movimiento relativo



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

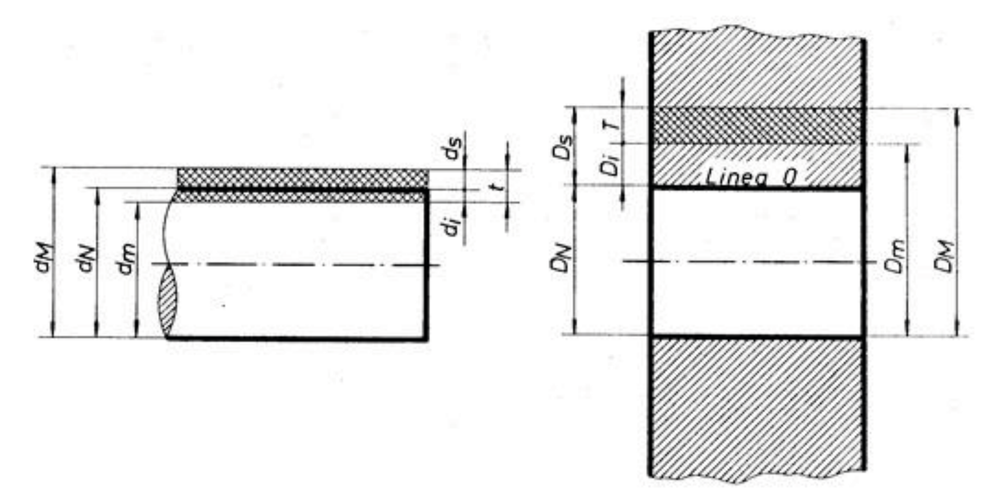
Selección de ajustes

Concepto
Representación
Selección
Conclusiones
Ajustes preferentes

Las fórmulas que permiten calcular un ajuste con juego son:

Juego	diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el del eje	$J = D_e - d_e$
Juego máximo	diferencia entre la medida máxima del agujero y la mínima del eje	$J_M = D_M - d_m$
Juego mínimo	diferencia entre la medida mínima del agujero y la máxima del eje	$J_m = D_m - d_M$
Tolerancia del juego	diferencia entre el juego máximo y el mínimo	$TJ = J_M – J_m = T + t$

Para evitar confusiones con los signos de los parámetros, conviene dibujar un esquema del ajuste con juego



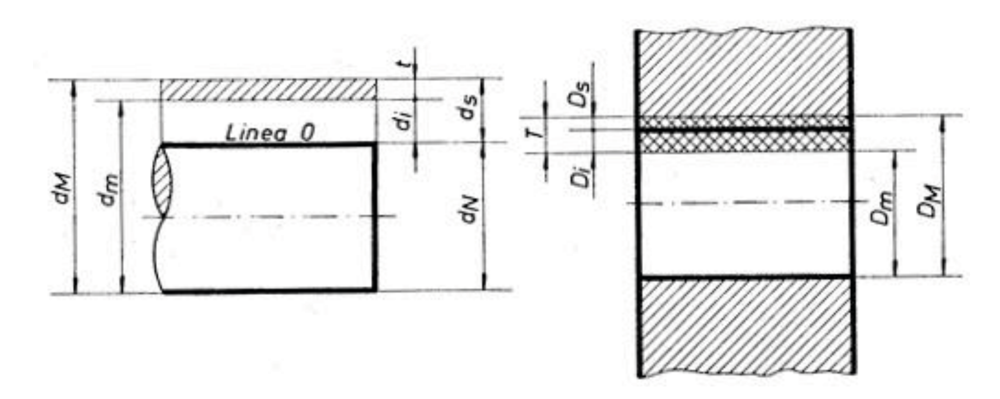
ISBN: 978-84-18951-43-5
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Selección de ajustes

Las fórmulas que permiten calcular un ajuste con aprieto son:

Aprieto	diferencia entre el diámetro efectivo del eje y del agujero	$A = d_e - D_e$
Aprieto máximo	diferencia entre la medida máxima del eje y la mínima del agujero	$A_M = d_M - D_m$
Aprieto mínimo	diferencia entre la medida mínima del eje y la máxima del agujero	$A_m = d_m - D_M$
Tolerancia del aprieto	diferencia entre el aprieto máximo y el mínimo	$TA = A_M – A_m = T + t$

Para evitar confusiones con los signos de los parámetros, conviene dibujar un esquema del ajuste con aprieto



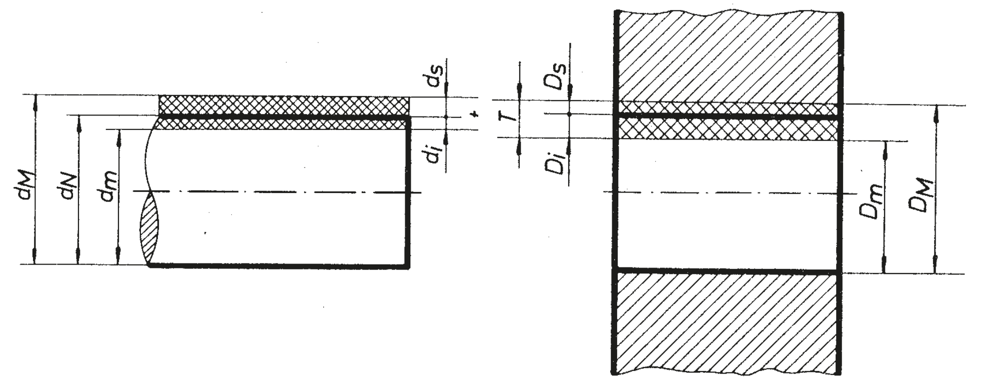
ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Selección de ajustes

Las fórmulas que permiten calcular un ajuste indeterminado son:

Ajuste indeterminado	diferencia entre el diámetro efectivo del eje y del agujero	$I = (D_e\text{-}d_e)$ ó $(d_e\text{-}D_e)$
Juego máximo	diferencia entre la medida máxima del agujero y la mínima del eje	$J_M = D_M - d_m$
Aprieto máximo	diferencia entre la medida máxima del eje y la mínima del agujero	$A_M = d_M - D_m$
Tolerancia del ajuste indeterminado	diferencia entre el juego máximo y el aprieto máximo	$TI = J_M + A_M = T + t$

Para evitar confusiones con los signos de los parámetros, conviene dibujar un esquema del ajuste indeterminado



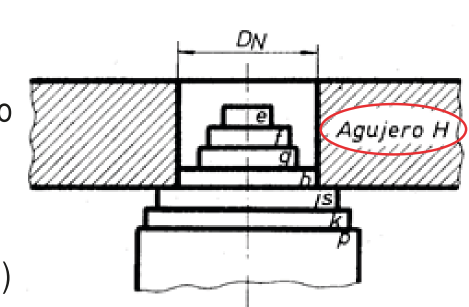
Selección de ajustes

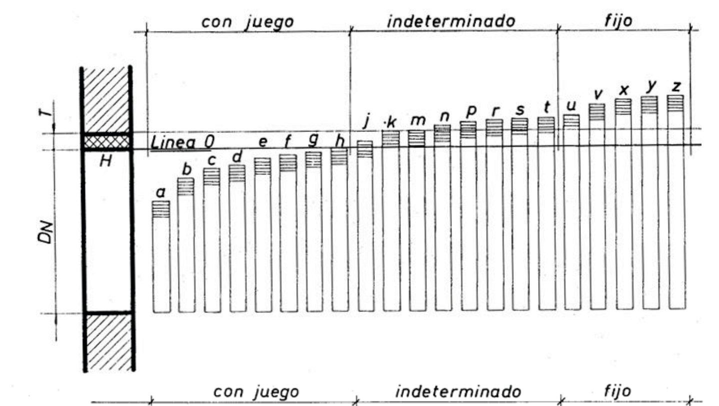
Los sistemas de ajuste reducen las infinitas combinaciones de tolerancias, limitándolas a los casos más favorables

Hay dos sistemas ISO de ajuste:

1 Agujero base

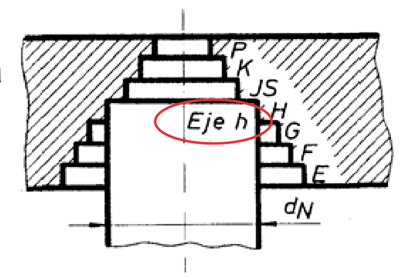
Se elige un agujero cuya diferencia inferior es nula (su zona de tolerancia está en posición H)

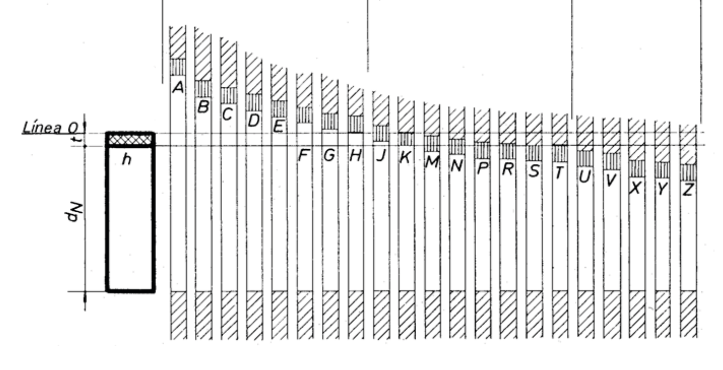




2 Eje base

Se elige un eje cuya diferencia superior es nula (su zona de tolerancia está en posición h)





Ilustraciones originales de Xoan Leiceaga Baltar

Tolerancias dimensionales y ajustes. Editorial Donostiarra 1986.
ISBN: 978-84-7063-142-9

Ajustes preferentes

Los ajustes preferentes recogen las “buenas prácticas” de la industria, que favorecen:

- Ahorro en utillaje
- Normalización
- Mejores compromisos coste/calidad

Se recomiendan ajustes para diferentes propósitos funcionales

El sistema de agujero base es el de empleo preferente

Aunque también se usa el de eje base

Ajustes: Tipo	Ajustes: Aplicación	Posición del eje	Calidad del eje: H6	H7	H8	H9	H11
Móvil	Montaje que necesita gran juego (dilatación, mala alineación, etc.)	c				9	11
		d				9	11
	Montaje deslizante o giratorio (engrase necesario)	e		7	8	9	
		f	6	6-7	7		
	Piezas con guía para pequeños desplazamientos.	g	5	6			
Fijo	Montaje fácil. Desmontaje sin deterioro. No transmisión de esfuerzos.	h	5	6	7	8	
		js	5	6			
		k	5				
		m		6			
	Montaje a presión o dilatación. Desmontaje con deterioro. Transmisión de esfuerzos.	p		6			
		s			7		
		u			7		
		x			7		
		z			7		
			H6	**H7**	**H8**	**H9**	**H11**
			Posición y calidades del agujero				

Fuente: área de Procesos de Fabricación de la UJI

Los ajustes preferentes varían según la fuente consultada



Las tablas recomendadas de ajustes preferentes se pueden consultar al final de la lección

Conclusiones

1 Los ajustes facilitan el montaje

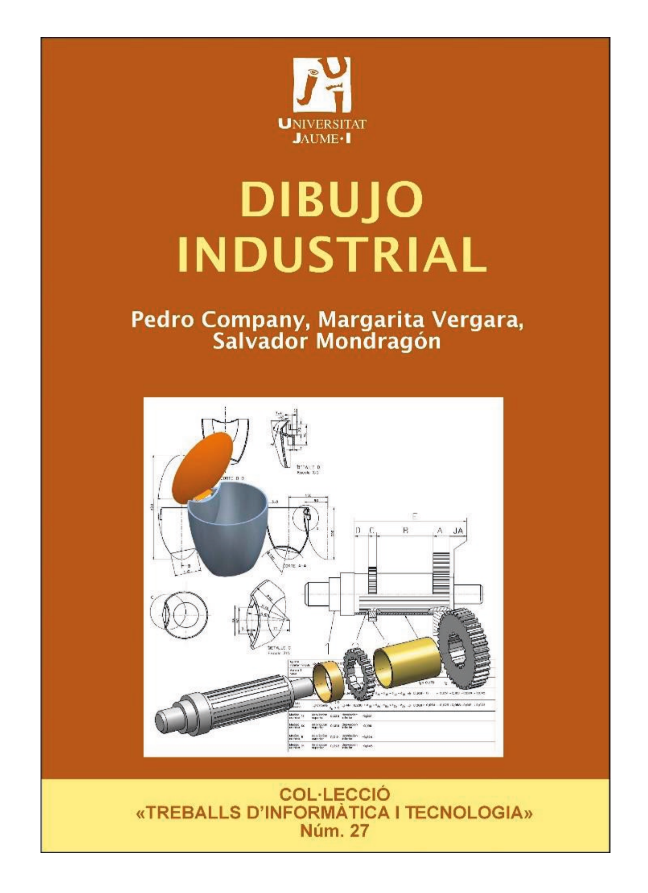
2 Los ajustes aseguran la intercambiabilidad

3 Se presentan con parejas de tolerancias dimensionales

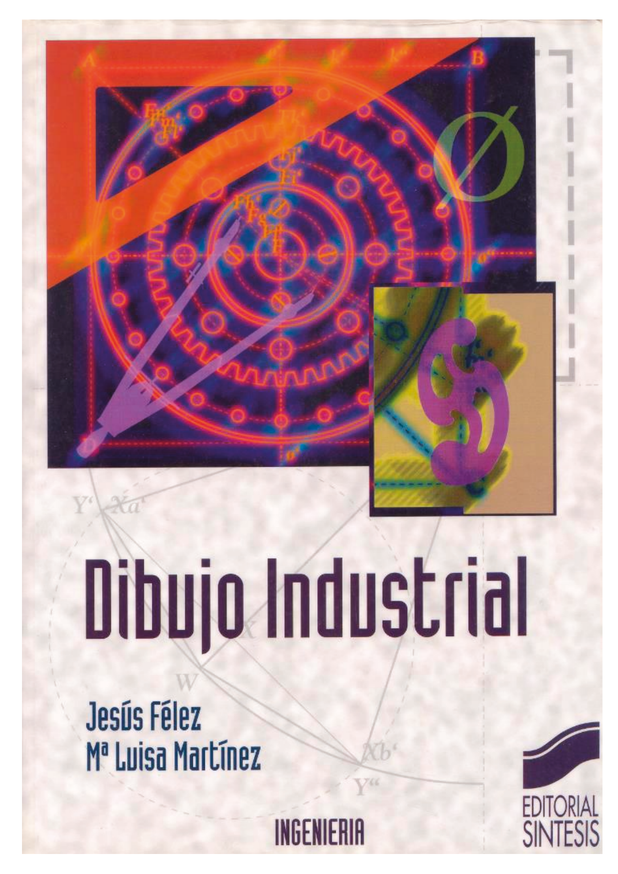
4 Se determinan a partir de las necesidades y procedimientos de ensamblaje

5 Se normalizan y reducen las posibilidades mediante tablas de ajustes preferentes, basadas en “buenas prácticas”

Para repasar



Capítulo 2.6: Ajustes



Capítulo 7: Tolerancias dimensionales

Ajustes preferentes de agujero base

COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN		REPRESENTACIÓN DEL AJUSTE (Medida nominal entre 0 y 3 mm)		APLICACIONES
1 Con juego, movimiento holgado 2 Libre amplisimo, juego abundante 6 Gran juego	JUEGO	c11 / H11	N, 1, 2, 6	1 Juegos comerciales sobre miembros externos 2 Pernos para levas en articulaciones en maquina agricola. Sin exigencia de precision 6 Alineacion defectuosa, longitudes muy largas
1 Con juego, movimiento libre	JUEGO	d9 / H9	N,1	1 No emplear donde la exactitud es esencial. Bueno para grandes variaciones de temperatura, altas velocidades y grandes presiones de trabajo
1 Con juego, movimienta cerrado 2 Libre normal	JUEGO	f7 / H8	N,1,2	1 Maquinaria de precision y de posicion exacta o velocidades y presiones de trabajo moderadas 2 Acoplamiento rodante muy veloz, con centrado imperfecto y cargas bajas
5 Juego fuerte	JUEGO	d9 / H7	5	
5 Juego ligero	JUEGO	e8 / H7	5,6	6 Piezas que giran o deslizan
2 Libre normal 3 Mediano holgado 4 Libre a mano 5 Juego libre	JUEGO	f7 / H7	2,3,4,5,6	2 Acoplamiento rodante muy veloz, con centrado imperfecto y cargas bajas 3 Cojinetes, ruedas dentadas, cajas de cambio 4,6 Ajustes giratorios con cargas bajas
2 Libre normal	JUEGO	f6 / H7	2	2 Acoplamiento rodante muy veloz, con centrado imperfecto y cargas bajas
1 Deslizante 2 Libre estrecho 3 Giratorio 5 Libre justo	JUEGO	g6 / H7	N,1,2,3,4,5,6	1 Movimientos y giros libres con posicionamiento exacto 2 Acoplamientos rodante a baja velocidad, con buen centraje y precision de guia 3 Embolos, bridas, anillos y rodamientos 6 Guia precisa, giro despacio
1 Juego de posicion 2 Deslizamiento 3 Deslizante 4 Deslizamiento a mano 5 Deslizamiento 6 Colocacion a mano	JUEGO	h6 / H7	N,1,2,3,4,5,6	1 Ajuste con juego de posicion para posicionar piezas estacionarias con montaje y desmontaje facil 2 Montaje y centrado de alta precision 3 Engranajes, piezas importantes de maquinas herramienta 4 Cargas de menor precision 6 Transmision de poco esfuerzo
3 Forzado ligero 5 Entrada suave	INDETERMINADO	H7 / j6	3,5	3 Montaje a mano. Piezas a desmontar con frecuencia
6 Colocacion a mano	INDETERMINADO	H7 / js6	6	
1 Posicion con transicion 3 Forzado medio 5 De adherencia 6 con martillo o mazo de plomo	INDETERMINADO	H7 / k6	N,1,3,5,6	1 Posicionamientos exactos 3 Montaje a martillo. Seguro giro y deslizamiento
2 Apriete normal a presion 5 De arrastre	INDETERMINADO	H7 / m6	2,5	2 Acoplamientos de precision. Montaje a mano con mazo
1 Posicion con transicion 2 Forzado apretadoo 3 Forzado duro 4 Forzado con prensa 5 Forzado 6 con martillo o mazo de plomo	depende de la medida nominal	H7 / n6	N,1,2,3,4,5,6	1 Posicionamiento de gran exactitud 2 Acoplamiento blocado 3 Montaje dificil. Casquillos y manguitos sobre ejes
1 Posicion con interferencia 6 Colocacion con mazo	depende de la medida nominal	H7 / p6	N,1,6	1 Piezas que requieren rigidez y alineamiento 6 Transmitir esfuerzos.
2 Forzado a presion 3 Prensado 4 Forzado a prensa 5 A presion 6 Colocacion con mazo, con prensa o dilatacion	APRIETE	H7 / r6	2,3,4,5,6	2 Acoplamiento blocante no desmontable. Fuertes cargas axiales y momentos torsores. Sin chaveta ni acanaladuras 3 Montaje a presion. Casquillos y coronas. Acoplamientos en extremos de ejes 6 Transmitir esfuerzos
1 Forzado medio 2 Forzado en caliente 3 Prensado 5 A presion 6 Con prensa o dilatacion	APRIETE	H7 / s6	N,1,2,3,5,6	1 Ajuste apretado en secciones ligeras 2 Acoplamiento para transmitir fuertes cargas 3 Casquillos, coronas, acoplamientos 6 Transmitir esfuerzos
1 Forzado	APRIETE	H7 / u6	N,1	1 Grandes esfuerzos
4 Forzado con prensa	APRIETE	H7 / u8	4	

REFERENCIAS:

(N) The American Society of Mechanical Engineers: Preferred Metric Limits and Fits, ANSI B4.2 13/32 1978. Reaffirmed 2004
(1) Bertoline G.R.: Dibujo en ingenieria y comunicacion grafica. McGraw-Hill. Mexico. 1999. pp. 702-703.
(2) Chirone E., Tornincasa S.: Disegno tecnico industriale 2. Il capitelo. Torino. 1997. pp.356-357.
(3) Leiceaga X.: Normas de dibujo tecnico: tolerancias dimensionales y ajustes: Ed Donostiarra, 1986, pp 38-39. y Felez J., Martinez M.L.: Dibujo Industrial. Editorial Sintesis. Madrid 1999. pp 183-184.
(4) Mata L., Oms J., Alvarez C.: Tecnicas de Expresion Grafica 2.2. Rama Metal. Don Bosco. Barcelona. 1978. pag. 63.
(5) Casillas A.L.: Maquinas. Ediciones Maquinas. Madrid 1972. pp 530-531.
(6) Documentacion interna Area de Ingenieria de los Procesos de Fabricacion, Dpto. ESID. Universitat Jaume I Castellon.

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ajustes preferentes de eje base

COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN		REPRESENTACIÓN DEL AJUSTE (Medida nominal entre 0 y 3 mm)		APLICACIONES
1 Con juego, movimiento holgado 6 Gran juego	JUEGO	h11 / C11	N, 1, 6	1 Juegos comerciales sobre miembros externos 6 Alineacion defectuosa, longitudes muy largas
1 Con juego, movimiento libre	JUEGO	h9 / D9	N,1	1 No emplear donde la exactitud es esencial. Bueno para grandes variaciones de temperatura, altas velocidades y grandes presiones de trabajo
1 Con juego, movimiento cerrado 6 Con giro y deslizamiento	JUEGO	h7 / F8	N,1,6	1 Maquinaria de precision y de posicion exacta a velocidades y presiones de trabajo moderadas 6 Casos normales de piezas que giran o deslizan
5 Juego fuerte	JUEGO	h6 / D9	5	
5 Juego ligero	JUEGO	h6 / E8	5	
3 Mediano holgado 4 Libre normal	JUEGO	h6 / F8	3,4	3 Cojinetes, ruedas dentadas, cajas de cambio 4 Ajustes giratorios con relativa movilidad
5 Juego libre	JUEGO	h6 / F7	5	
1 Deslizante 3 Giratorio 5 Libre justo	JUEGO	h6 / G7	N,1,3,4,5,6	1 Movimientos y giros libres con posicionamiento exacto 3 Embolos, bridas, anillos y rodamientos 6 Guia precisa, giro despacio
1 Juego de posicion 3 Deslizante 4 Deslizamiento a mano 5 Deslizamiento 6 Colocacion a mano	JUEGO	h6 / H7	N,1,3,4,5,6	1 Ajuste con juego de posicion para posicionar piezas estacionarias con montaje y desmontaje facil 3 Engranajes, piezas importantes de maquinas herramienta 4 Cargas de menor precision 6 Transmision de poco esfuerzo
3 Forzado ligero 5 Entrada suave	INDETERMINADO	h6 / J7	3,5	3 Montaje a mano. Piezas a desmontar con frecuencia
6 Colocacion a mano	INDETERMINADO	K6 h6 / JS7	6	6 No transmitir esfuerzo notable, desmontaje sin deterioro
1 Posicion con transicion 3 Forzado medio 5 De adherencia 6 con martillo o mazo de plomo	INDETERMINADO	h6 / K7	N,1,3,5,6	1 Posicionamientos exactos 3 Montaje a martillo. Seguro giro y deslizamiento
5 De arrastre	INDETERMINADO	h6 / M7	5	
1 Posicion con transicion 3 Forzado duro 5 Forzado 6 con martillo o mazo de plomo	depende de la medida nominal	h6 / N7	N,1,3,5,6	1 Posicionamiento de gran exactitud 3 Montaje dificil. Casquillos y manguitos sobre ejes
1 Posicion con interferencia 6 Colocacion con mazo	APRIETE	P7 / h6	N,1,6	1 Piezas que requieren rigidez y alineamiento 6 Transmitir esfuerzos
3 Prensado 5 A presion 6 Colocacion con mazo, con prensa o dilatacion	APRIETE	R7 / h6	3,5,6	3 Montaje a presion. Casquillos y coronas. Acoplamientos en extremos de ejes 6 Tansmitir esfuerzos. Colocacion con mazo
1 Forzado medio 3 Prensado 5 A presion 6 Con prensa o dilatacion	APRIETE	S7 / h6	N,1,3,5,6	1 Ajuste apretado en secciones ligeras 3 Casquillos, coronas, acoplamientos 6 Transmitir esfuerzos
1 Forzado	APRIETE	U7 / h6	N,1	1 Grandes esfuerzos

REFERENCIAS:

(N) The American Society of Mechanical Engineers: Preferred Metric Limits and Fits, ANSI B4.2 13/32 1978. Reaffirmed 2004

(1) Bertoline G.R.: Dibujo en ingenieria y comunicacion grafica. McGraw-Hill. Mexico. 1999. pp. 702-703.

(3) LeiceagaXJ.: Normas de dibujo tecnico: tolerancias dimensionales y ajustes: Ed Donostiarra, 1986, pp 38-39. y Felez J., Martinez M.L.: Dibujo Industrial. Editorial Sintesis. Madrid 1999. pp 183-184.

(4) Mata L., Oms J., Alvarez C.: Tecnicas de Expresion Grafica 2.2. Rama Metal. Don Bosco. Barcelona. 1978. pag. 63.

(5) Casillas A.L.: Maquinas. Ediciones Maquinas. Madrid 1972. pp 530-531.

(6) Documentacion interna Area de Ingenieria de los Procesos de Fabricacion, Dpto. ESID. Universitat Jaume I Castellon.

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Introducción

De modo similar a cómo las tolerancias dimensionales controlan los errores de medida...

…las tolerancias geométricas controlan los errores de forma

Forma ideal

Error de medida

Error de forma

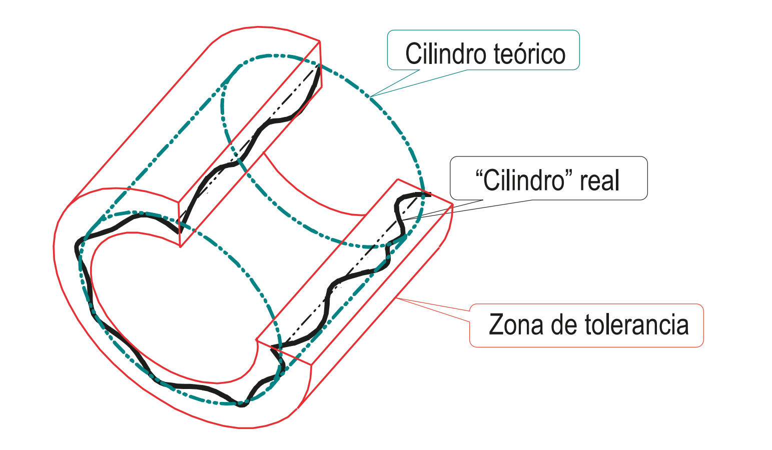
Las tolerancias geométricas son los límites de variación de la forma dentro de los cuales se acepta que un elemento geométrico real es equivalente al elemento teórico

A los efectos de aptitud para el objetivo perseguido

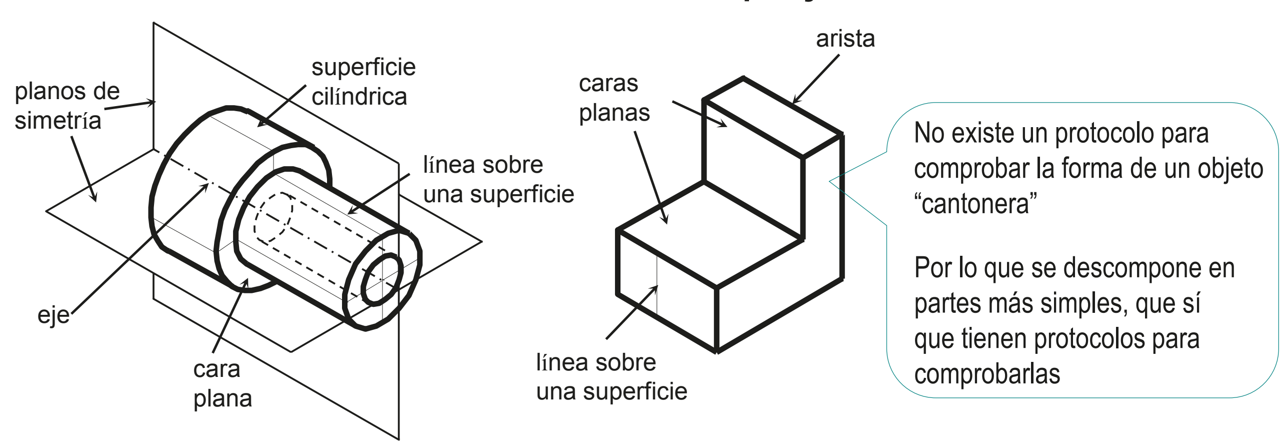
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Una tolerancia geométrica indica las desviaciones permitidas respecto a una cualidad teórica, delimitando una zona de tolerancia que debe contener al elemento real sometido a tolerancia



Pero es necesario descomponer las formas complejas en cualidades simples, porque no es posible controlar directamente la forma de elementos complejos



ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Introducción

La norma UNE-EN-ISO 1101:2017 describe las cualidades geométricas que se pueden controlar:

- √ Se controlan sólo las cualidades geométricas de partes o elementos descritas en la tabla
- √ Cada cualidad o característica geométrica que puede ser objeto de tolerancia se identifica con un símbolo

Característica	***Símbolo***
Rectitud	—
Planitud	▱
Redondez	○
Cilindricidad	⌭
Paralelismo	//
Perpendicularidad	⊥
Angularidad	∠
Posición	⌖
Coaxialidad (para dos centros)	◎
Coaxialidad (para dos ejes)	◎
Simetría	⌯
Alabeo radial	↗
Alabeo axial	⌰
Perfil de una línea	⌒
Perfil de una superficie	⌓

Además de estar descritos en la norma ISO 1101, los perfiles se describen en la norma UNE-EN-ISO 1660:2017

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

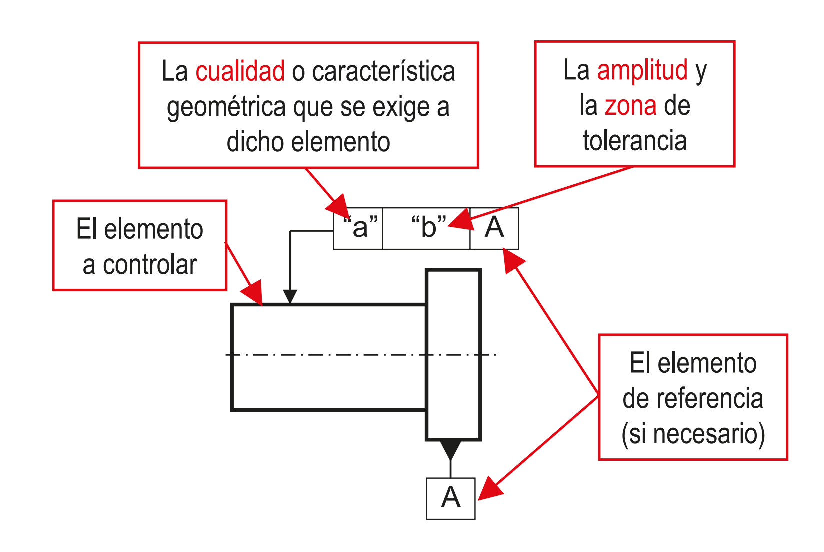
Introducción

El símbolo de tolerancia geométrica tiene variantes, porque debe ser compatible con numerosos casos particulares

Por ello, vamos a detallar la sintaxis de las tolerancias dimensionales, antes de describir los diferentes tipos

Para representar una tolerancia geométrica se deben configurar los siguientes elementos:

1. Cuadro de tolerancia
2. Línea de referencia
3. Amplitud de la tolerancia
4. Zona de tolerancia
5. Elementos de referencia
6. Indicadores auxiliares



Sintaxis: cuadro de tolerancia

Introducción

Sintaxis

Cuadro

Línea

Amplitud

Zona

Referencias

Auxiliares

Tol. generales

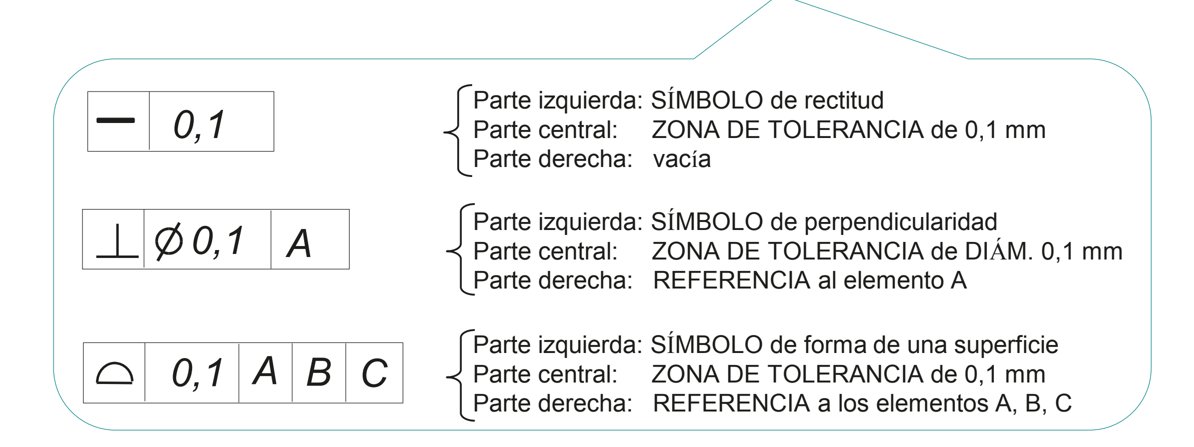
Tipos

Tol generales

Conclusiones

Una tolerancia geométrica se representa mediante un símbolo rectangular denominado cuadro:

- √ Se dibuja en línea fina
- √ Se coloca preferentemente horizontal
- √ Se divide en dos o tres partes:
  - √ En la parte izquierda se coloca un símbolo que indica la característica a controlar
  - √ La parte central aloja la indicación de la zona de tolerancia, es decir, el tamaño y la forma de la zona dentro de la cual se permitirá que el elemento controlado esté contenido
  - √ La parte derecha contiene la indicación del/los elementos de referencia



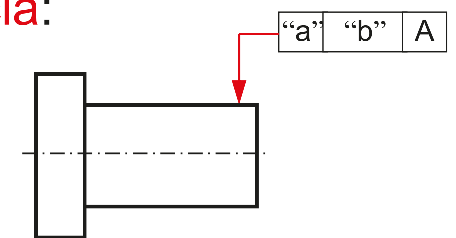
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

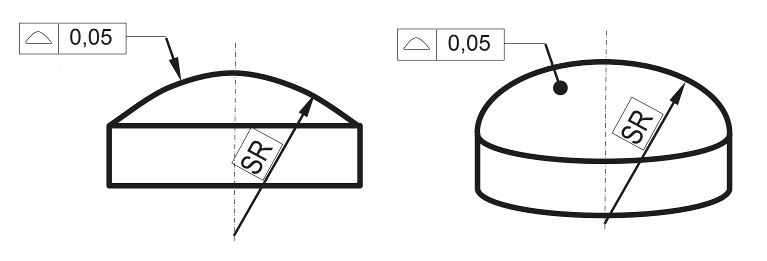
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Sintaxis: línea de referencia

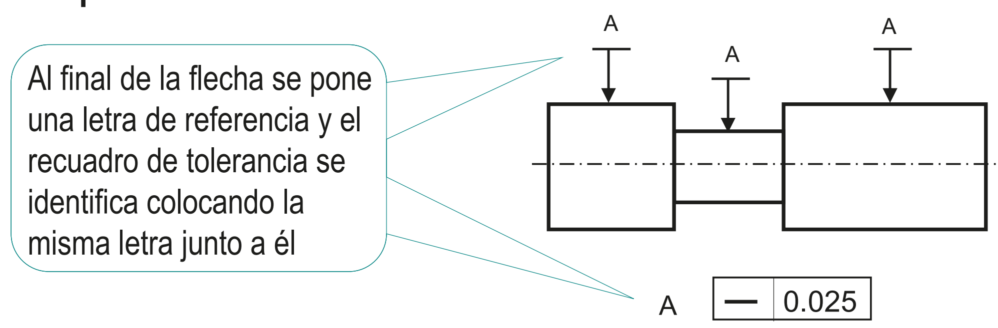
El cuadro de tolerancia se une al elemento controlado por medio de una línea de referencia:



- La línea de referencia parte de uno de los dos laterales del cuadro y señala al elemento a controlar
- La línea de referencia acaba en una flecha que apunta al contorno del elemento sometido a tolerancia
- En vistas pictóricas acaba en un punto en el interior del elemento a controlar



La línea de referencia se puede interrumpir, siempre que se marque el vínculo con una referencia



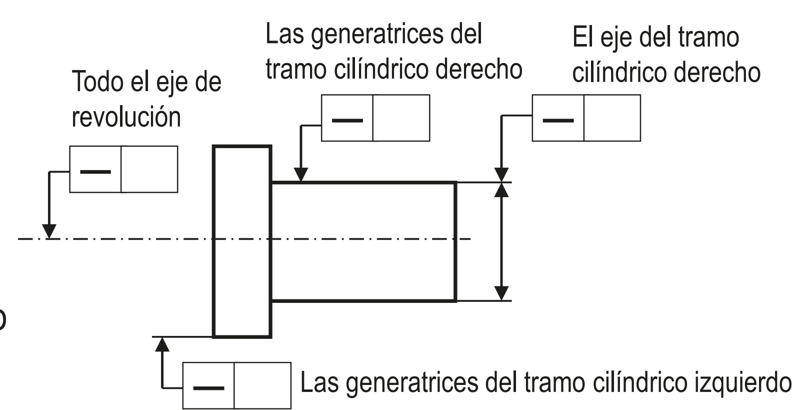
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

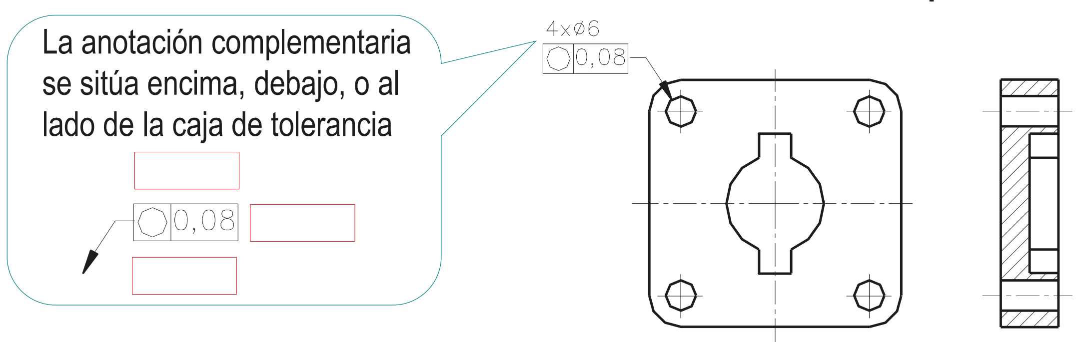
Sintaxis: línea de referencia

La naturaleza del elemento apuntado por la flecha de referencia puede cambiar el significado de la tolerancia:

- Apuntando directamente a la superficie, o a su prolongación, no controlamos el eje
- Apuntando directamente al eje, lo controlamos en su totalidad
- Apuntando a la cota de un elemento controlamos la parte del eje que corresponde a ese elemento



Se puede aprovechar la flecha de referencia para indicar alguna otra característica del elemento señalado, combinando su símbolo con una anotación de patrón

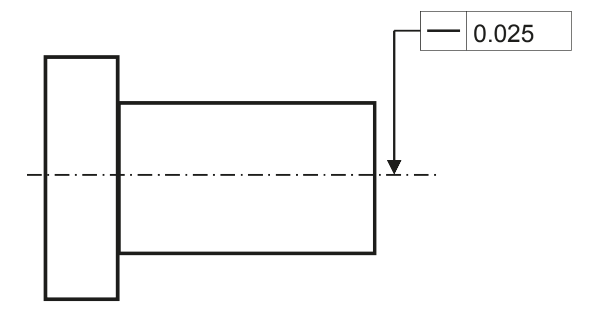


ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

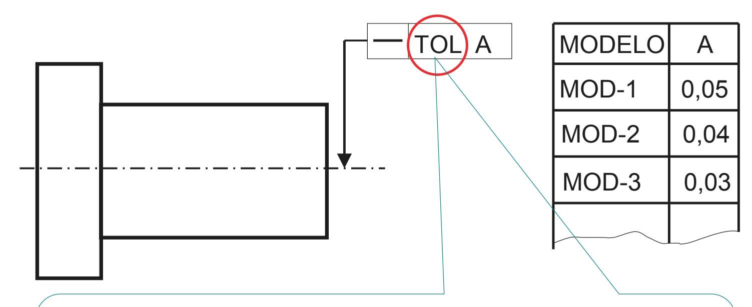
Sintaxis: amplitud de tolerancia

La **amplitud** de la zona de tolerancia se indica por una cifra en la parte central del cuadro, en las mismas unidades dimensionales que el resto de medidas



La dimensión de la zona de tolerancia se puede indicar por medio de un **parámetro**

Por ejemplo, para indicar diferentes tolerancias para piezas de una misma familia



MODELO	A
MOD-1	0,05
MOD-2	0,04
MOD-3	0,03

La letra que indica el parámetro puede ir precedida del prefijo “TOL”, para evitar que se confunda con la indicación de un elemento de referencia

ISBN: 978-84-18951-43-5

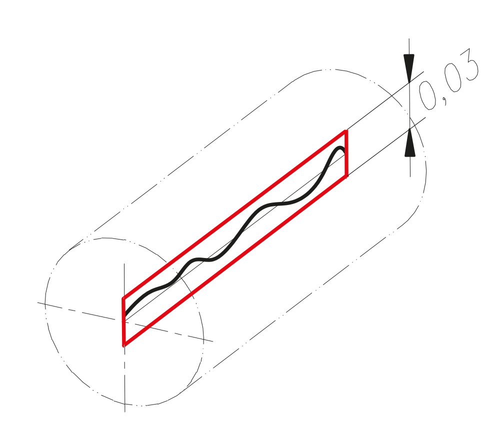
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

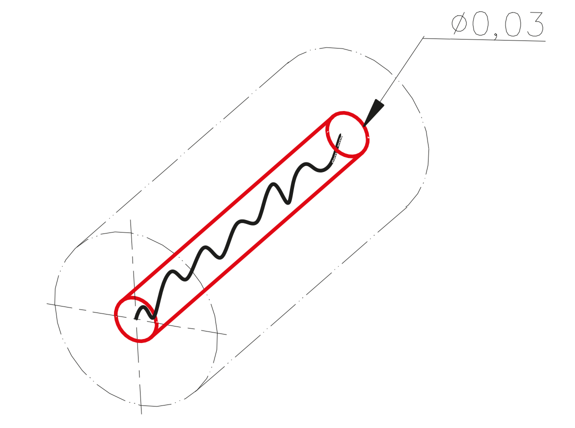
Sintaxis: zona de tolerancia

La zona de tolerancia es el espacio limitado por una o más líneas o superficies geométricamente perfectas

Para determinar el tamaño de la zona de tolerancia se usa un único parámetro denominado tolerancia

La zona de tolerancia puede ser una superficie o un volumen:





- La superficie entre dos rectas paralelas
- La superficie entre dos líneas equidistantes
- La superficie interior de un círculo
- La superficie entre dos círculos concéntricos

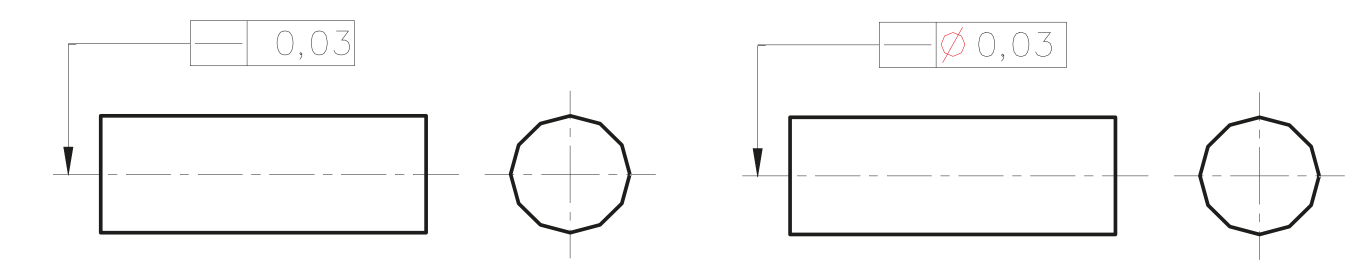
- El espacio interior de un cilindro
- El espacio entre dos cilindros coaxiales
- El espacio interior a una esfera
- El espacio entre dos planos paralelos
- El espacio entre dos superficies equidistantes

Sintaxis: forma de la zona de tolerancia

En algunos casos, una misma característica puede tener diferentes formas de zona de tolerancia:

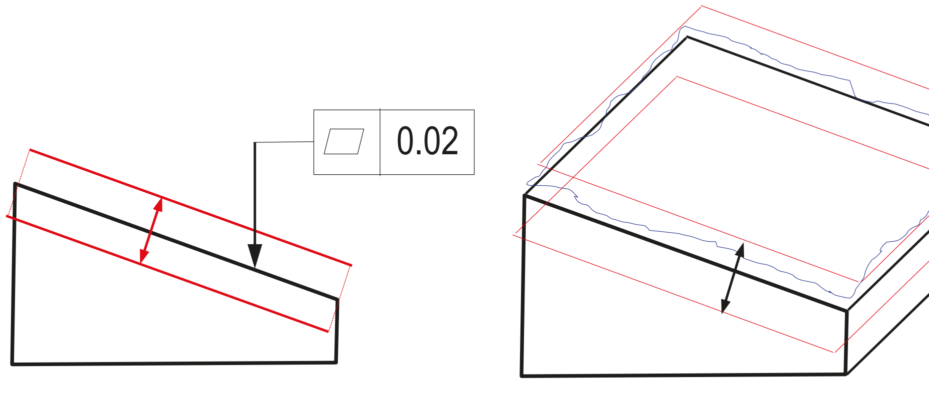
- √ Para definir diferentes formas para la zona de tolerancia, se añaden prefijos junto a la cifra de la tolerancia
- √ Los símbolos modificadores (según ASME Y14.5M-1994 y UNE-EN-ISO 1101:2017), son los recogidos en la tabla

Zona de tolerancia	*Símbolo*
Radio	R
Diámetro	∅
Radio esférico	SR
Diámetro esférico	S∅

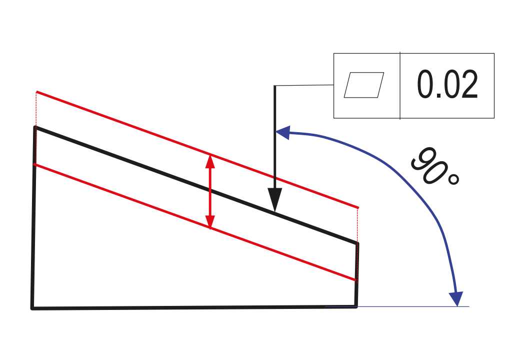


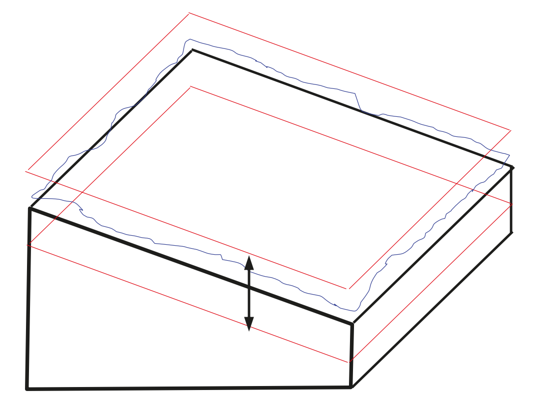
Sintaxis: situación de la zona de tolerancia

La zona de tolerancia se extiende por defecto en dirección perpendicular al elemento geométrico especificado, con independencia de la dirección de la flecha de la línea de referencia



Para definir una dirección distinta, se debe acotar la dirección elegida, mediante una cota a la flecha de referencia





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

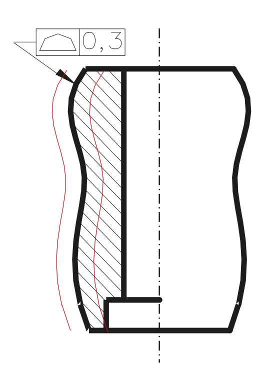
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Sintaxis: posición de la zona de tolerancia

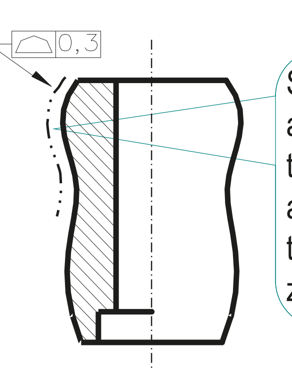
Introducción
Sintaxis
Cuadro
Línea
Amplitud
Zona
Referencias
Auxiliares
Tol. generales
Tipos
Tol generales
Conclusiones



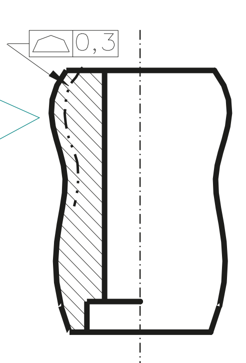
Por defecto, la zona de tolerancia se extiende a ambos lados de la forma teórica, y se sitúa equidistante de ella



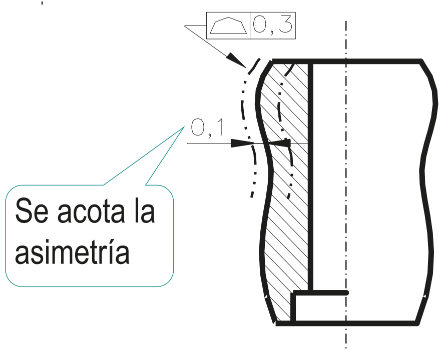
Se puede especificar una zona de tolerancia "unilateral"



Se marca con línea auxiliar gruesa de trazo y punto adyacente a la forma teórica y del lado de la zona de tolerancia



Esta misma simbología se puede extender para considerar zonas bilaterales pero asimétricas



Sintaxis: control de una parte

Por defecto, se controla todo el elemento identificado por la tolerancia

Pero se puede limitar el control a una parte del elemento:

- Un segmento de una arista
- Un área de una superficie

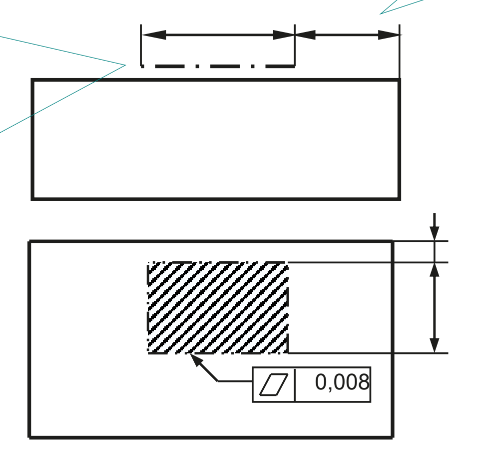
Por ejemplo, sólo en un tramo del eje encaja una pieza que tiene que poder girar sin oscilaciones ni interferencias, mientras que la redondez del resto del eje no es crítica

0,008

Se acota para definir la dimensión y ubicación de la zona a controlar

Según la norma UNE-EN-ISO 5459:2012, la zona a controlar se indica por medio de una línea gruesa de trazo y punto sobre el contorno del elemento

Si la indicación no puede hacerse sobre el contorno, se indica del mismo modo que las referencias parciales de elementos de referencia



ISBN: 978-84-18951-43-5

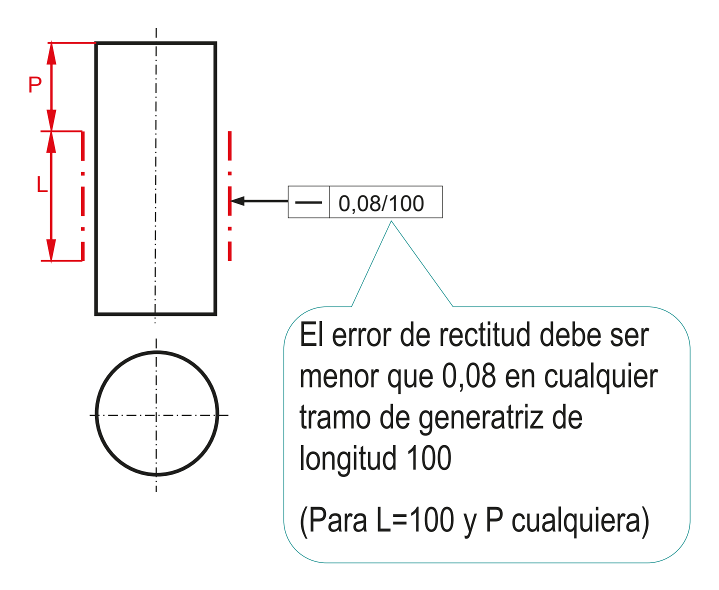
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

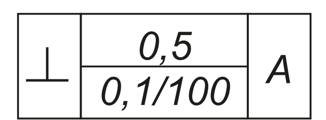
Sintaxis: control por partes

Controlar sólo una parte no es lo mismo que controlar por partes:

- √ Controlar por partes es más una técnica de medida que un requisito funcional, por lo que éste tipo de indicación es infrecuente en los documentos de diseño
- √ Para aplicar una tolerancia a cualquier longitud parcial del elemento, pero no referida a una parte concreta del elemento, sino referida a cualquier longitud parcial medida a lo largo del elemento, se especifica en el cuadro de tolerancia



- √ Si además se le exige una tolerancia global a todo el elemento se indican ambas superpuestas



ISBN: 978-84-18951-43-5

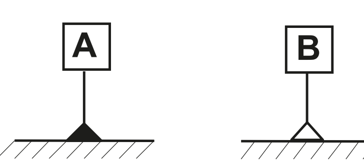
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

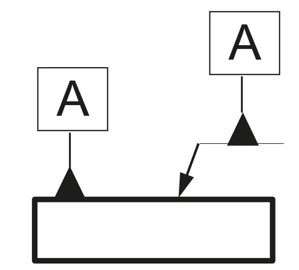
Sintaxis: elementos de referencia

Algunas tolerancias necesitan referencias externas, que se señalan mediante el símbolo de referencia definido en UNE-EN-ISO 5459:2012:

- √ Es un rectángulo con un código de referencia, vinculado a una línea terminada en una flecha invertida



- √ La flecha invertida tiene forma de triángulo equilátero, lleno o vacío
- √ La flecha invertida se apoya en el elemento de referencia, o en una línea de referencia que señala al elemento de referencia

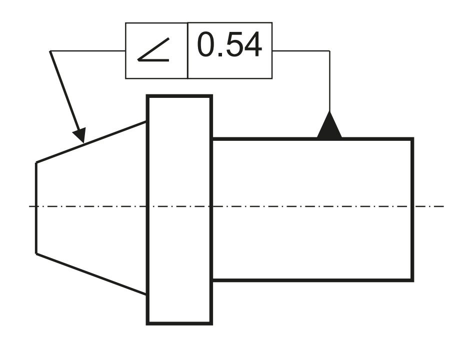


- √ Una letra mayúscula que se coloca dentro del recuadro

(La misma que figura en el correspondiente cuadro de tolerancias geométricas)

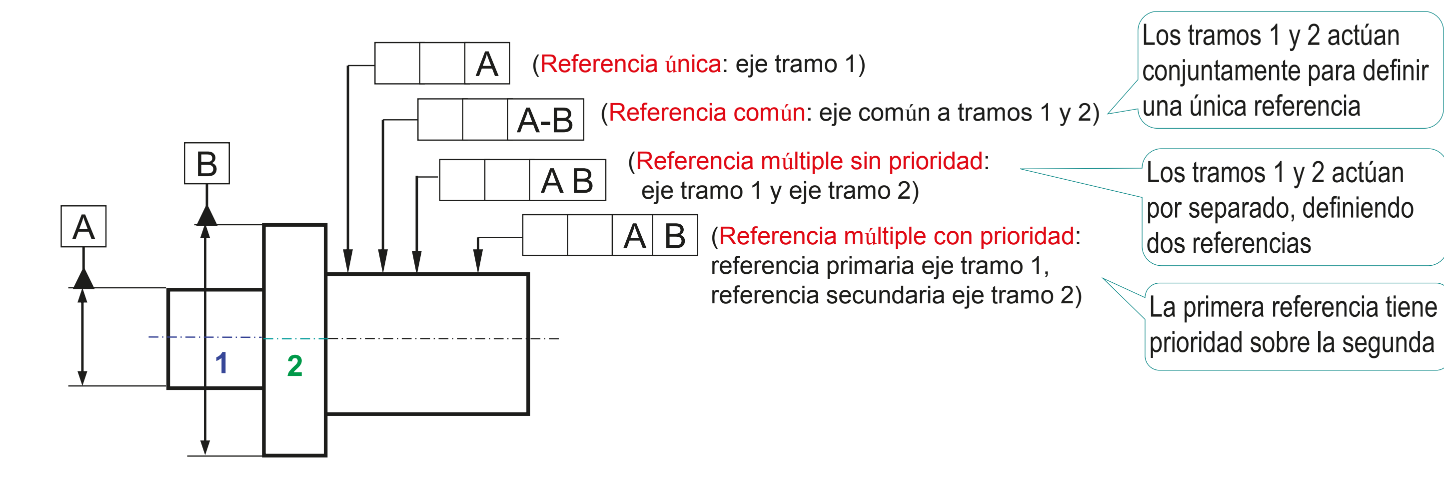
- √ Cuando la simplicidad del dibujo lo permita se puede prescindir de la letra de referencia

El triángulo que señala al elemento de referencia puede conectarse directamente a la parte derecha de la caja



Sintaxis: elementos de referencia

Se pueden establecer referencias múltiples de tres tipos:

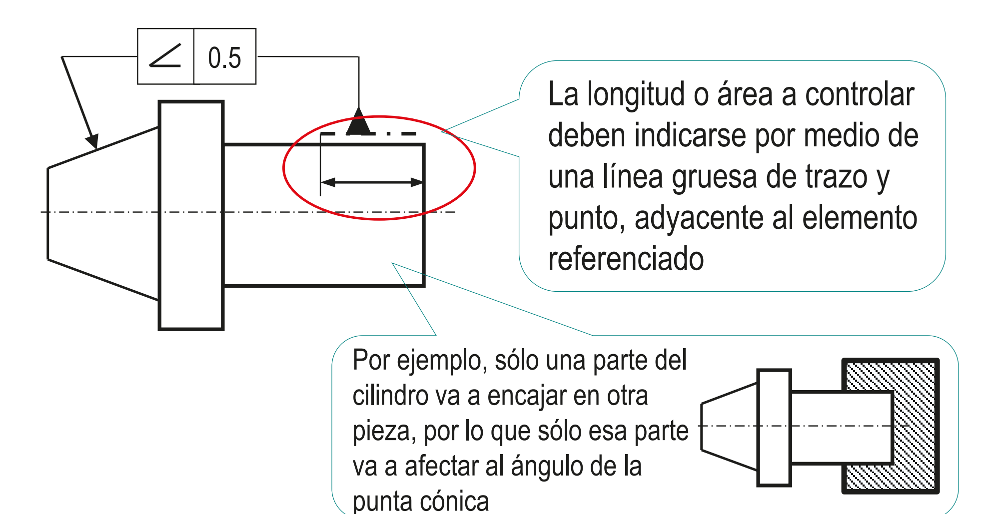


Los tramos 1 y 2 actúan conjuntamente para definir una única referencia

Los tramos 1 y 2 actúan por separado, definiendo dos referencias

La primera referencia tiene prioridad sobre la segunda

La zona de referencia puede limitarse a una parte de un elemento



La longitud o área a controlar deben indicarse por medio de una línea gruesa de trazo y punto, adyacente al elemento referenciado

Por ejemplo, sólo una parte del cilindro va a encajar en otra pieza, por lo que sólo esa parte va a afectar al ángulo de la punta cónica

Sintaxis: elementos de referencia

Introducción
Sintaxis
Cuadro
Línea
Amplitud
Zona
Referencias
Auxiliares
Tol. generales
Tipos
Tol generales
Conclusiones

Se pueden usar elementos teóricos como elementos de referencia:

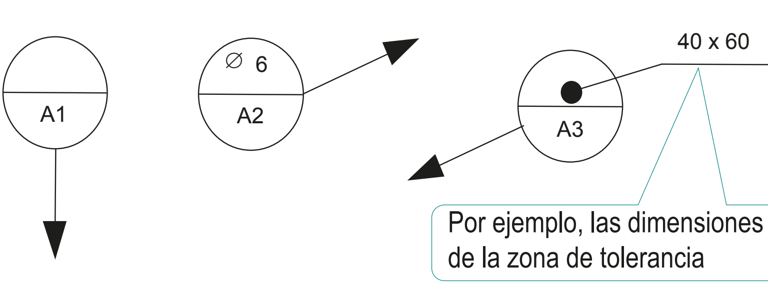
- Pueden ser tres tipos de elementos

- Se marcan por medio de señales específicas

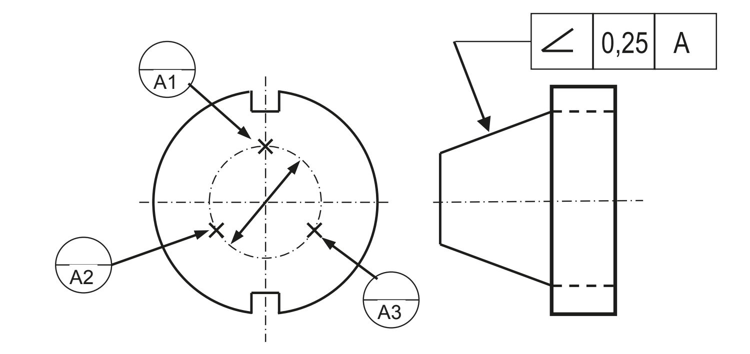
Un punto	Una recta	Un área
Se indica con un aspa	Se indica con dos aspas unidas por una línea fina continua	Se indica con una línea fina de trazo y dos puntos en el contorno, y un rayado interior con líneas gruesas



- Se identifican por medio de un círculo partido
  - Su mitad inferior contiene la identificación de la referencia
  - Su mitad superior se reserva para información complementaria



- Por ejemplo, un plano de referencia se puede definir por tres puntos no alineados de un objeto



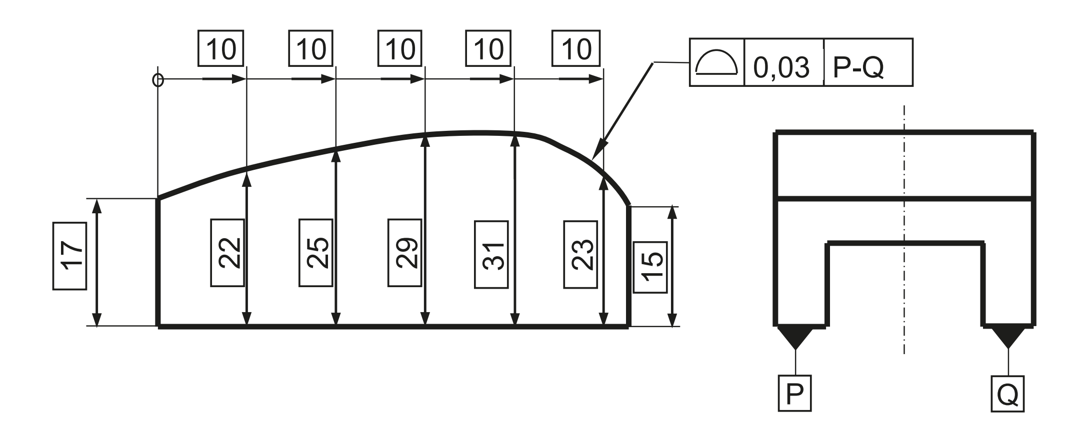
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Sintaxis: elementos de referencia

Algunos elementos de la propia pieza se pueden utilizar como elementos de referencia teóricamente exactos:

√ Se incluye la cifra de la cota teóricamente exacta dentro de un recuadro realizado con línea fina



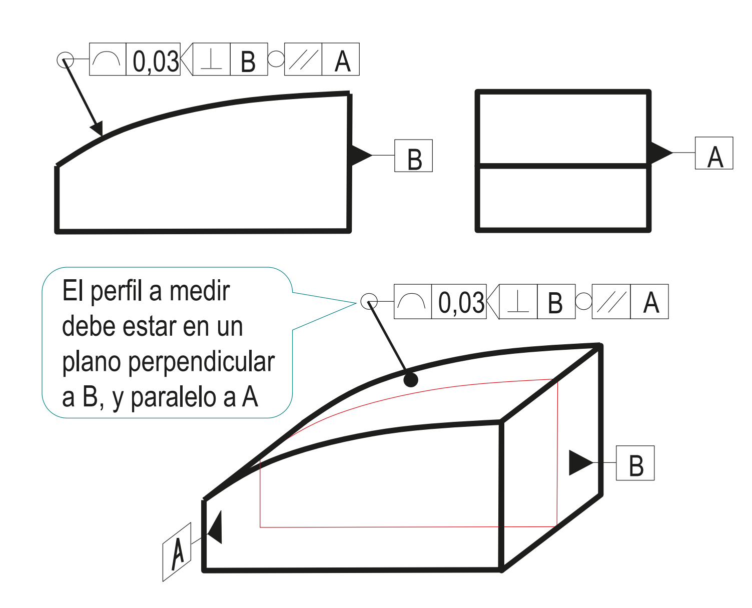
√ Los elementos teóricamente exactos no pueden ser objeto de tolerancia dimensional

√ Los elementos teóricamente exactos se aplican en las tolerancias de perfil y de situación

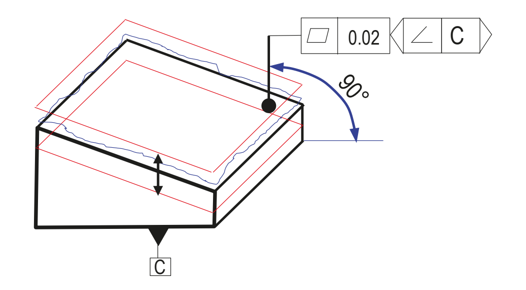
Sintaxis: indicadores auxiliares

Existe un símbolo complementario para indicar elementos auxiliares de orientación de las zonas de tolerancia de líneas:

- Por defecto, se asume que las líneas a controlar están en un plano de intersección, paralelo al plano de la vista en la que se indica la tolerancia
- Como los planos de anotación de las vistas pictóricas no tienen interpretación unívoca, los elementos auxiliares sirven para desambiguar la dirección de la línea a controlar



- El símbolo es un rectángulo con una letra de referencia, que puede tener cuatro tipos de terminadores
  - Un triángulo, si referencia a un plano de intersección ⊥ A
  - Dos triángulos, si referencia a un plano de orientación ⊥ B
  - Un círculo, si referencia a un plano de colección // C
  - Una flecha, si referencia una característica // D



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tipos

Vamos a describir a continuación los diferentes tipos de tolerancias geométricas, resumidos en la tabla adjunta:

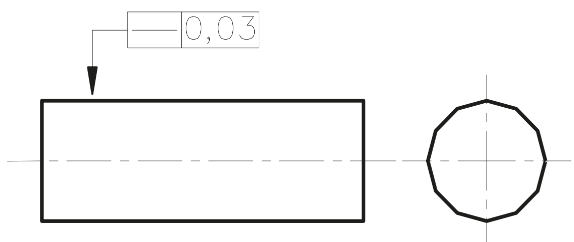
- Los diferentes tipos de tolerancias permiten controla cualidades asociadas a la forma, orientación, localización o alabeo
- Algunos tipos son extrínsecos, porque necesitan una referencia externa, por contraposición a los intrínsecos, que no requieren referencias

La rectitud de una arista es una cualidad intrínseca, mientras que su posible paralelismo siempre es respecto a otra entidad geométrica

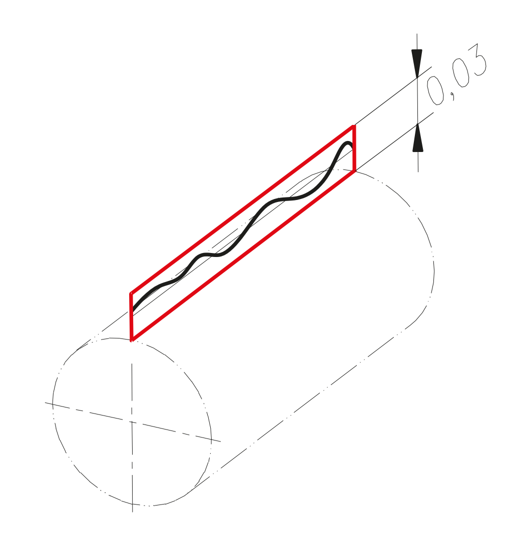
Tipo	Característica	Símbolo	Referencia	
Forma	Rectitud	—	No	Intrínseca
	Planitud	▱	No	
	Redondez	○	No	
	Cilindricidad	/○/	No	
Orientación	Paralelismo	//	Si	Extrínseca
	Perpendicularidad	⊥	Si	
	Angularidad	∠	Si	
Localización	Posición	⌖	Si o No	
	Coaxialidad (para dos centros)	◎	Si	
	Coaxialidad (para dos ejes)	◎		
	Simetría	⌯	Si	
Alabeo	Alabeo radial	↗	Si	
	Alabeo axial	⇗	Si	
Forma Orientación Localización	Perfil de una línea	⌒	No	Intrínseca
	Perfil de una superficie	⌓	No	

Rectitud

El elemento debe estar comprendido todo él entre dos rectas paralelas entre sí, equidistantes del elemento teórico y separadas el valor de la tolerancia:



- √ La generatriz sometida a tolerancia es "cualquiera", porque no se ha hecho referencia a ninguna en particular
- √ La zona de tolerancia es plana, y está contenida en un plano paralelo al de la vista en la que se ha incluido la tolerancia
- √ La generatriz señalada debe estar entre dos rectas paralelas, contenidas en el plano axial, que pase por ella y por el eje de revolución, equidistantes de la generatriz teórica, y separadas por el valor de la tolerancia



No se controlan las desviaciones que el elemento controlado pueda tener *fuera* del plano de control

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tipos: tolerancia tridimensional de rectitud

Para controlar tridimensionalmente una rectitud se puede:

- Utilizar dos tolerancias planas complementarias

- Definir un volumen como zona de tolerancia

ISBN: 978-84-18951-43-5

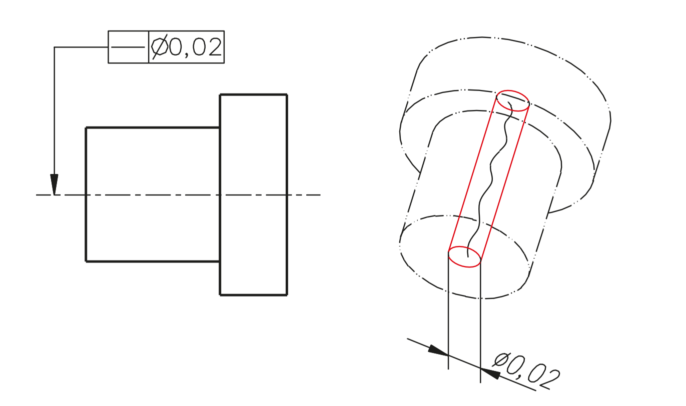
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

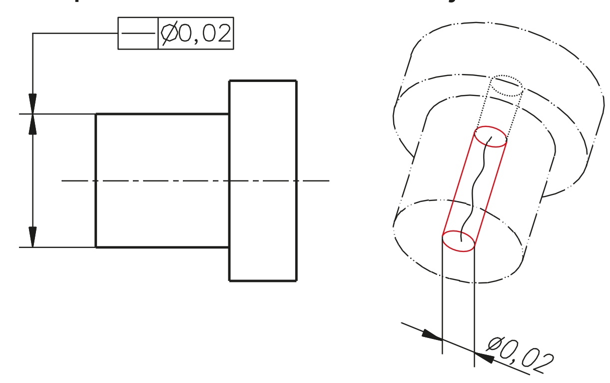
Tipos: tolerancia de rectitud de eje

La tolerancia de rectitud se puede aplicar a aristas, ejes y generatrices

Cuando la tolerancia de rectitud se refiere a un eje de revolución se contemplan dos casos:

que la línea de referencia apunte al propio eje ⟷ que la línea de referencia apunte a la cota que dimensiona la superficie a la que hace referencia el eje





Todo el eje está sujeto a tolerancia

Sólo el tramo correspondiente al cilindro izquierdo está sujeto a tolerancia

ISBN: 978-84-18951-43-5

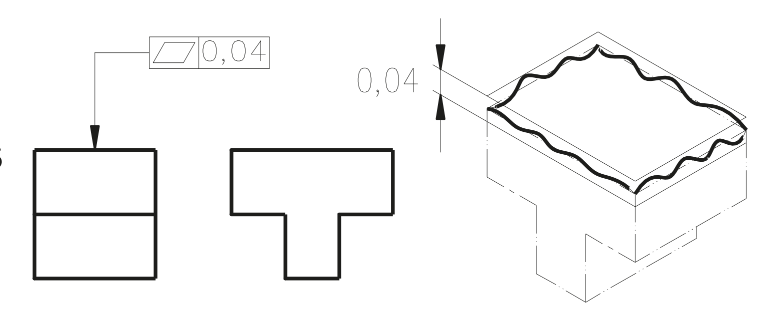
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

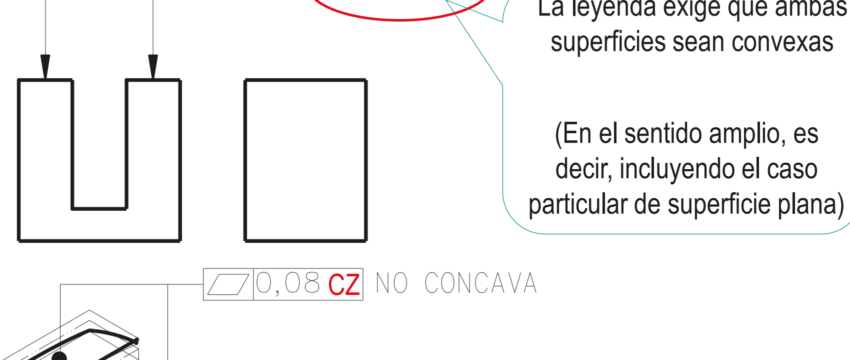
Tipos: tolerancia de planitud

Planitud

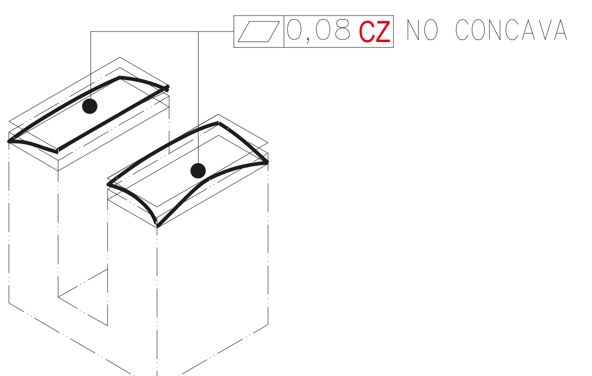
Indica que la superficie afectada debe estar comprendida entre dos planos paralelos distanciados el valor de la tolerancia y equidistantes del plano teórico



- Se puede limitar la forma que debe tener la superficie real



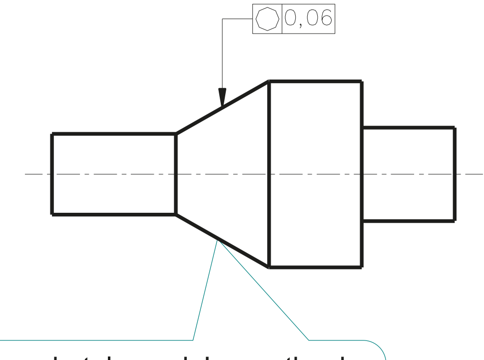
- La indicación de "zona común" (CZ) obliga a que todos los elementos que comparten la referencia, compartan la misma zona de tolerancia



Redondez

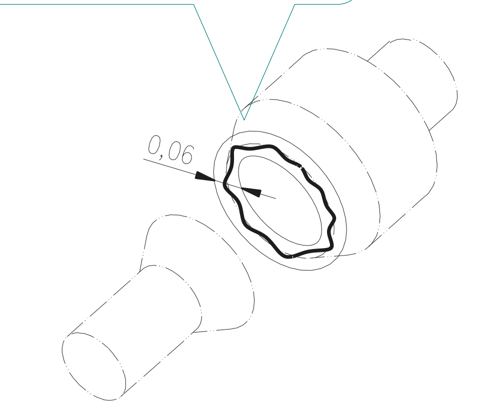
La curva real debe estar contenida entre dos circunferencias cuya diferencia de radios es el valor de la tolerancia:

- √ Controla la forma de una circunferencia en el plano en el que está contenida
- √ Controla diferencias de diámetro, pero no controla el valor absoluto del diámetro



la 'zona de tolerancia' se extiende siempre dentro del plano que produce secciones redondas

Controla todas las secciones perpendiculares al eje de un cuerpo de revolución

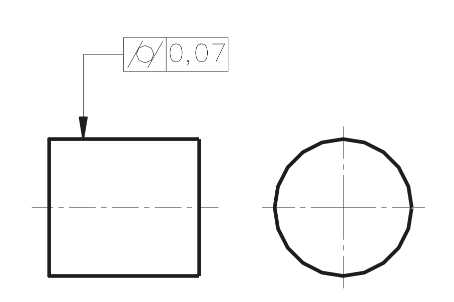


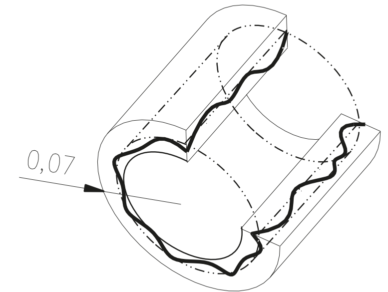
Tipos: cilindricidad

Introducción
Sintaxis
Tipos
Rectitud
Planitud
Redondez
Cilindricidad
Paralelismo
Perpendic.
Angularidad
Posición
Coaxialidad
Simetría
Alabeo
Perfil línea
Perfil sup.
Tol. generales
Conclusiones

Cilindricidad

La superficie cilíndrica debe estar comprendida dentro de una zona tubular cuyo espesor es el valor de la tolerancia



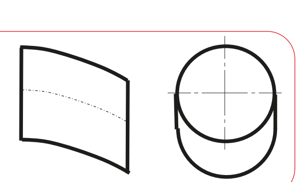


La cilindricidad es una tolerancia compuesta:

0,07 ≈ 0,07 / 0,07

- Redondez de todas las secciones rectas
- Rectitud del eje y todas las generatrices

Comprobar consecutivamente la redondez de todas las secciones, no garantiza la forma cilíndrica



Se recomienda usar por separado cada una de las tolerancias simples

Sólo debe usarse la tolerancia compuesta cuando se precise controlar ambos aspectos simultáneamente y con el mismo nivel de precisión

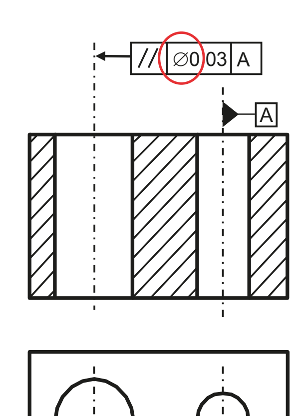
Introducción
Sintaxis
Tipos
Rectitud
Planitud
Redondez
Cilindricidad
Paralelismo
Perpendic.
Angularidad
Posición
Coaxialidad
Simetría
Alabeo
Perfil línea
Perfil sup.
Tol. generales
Conclusiones

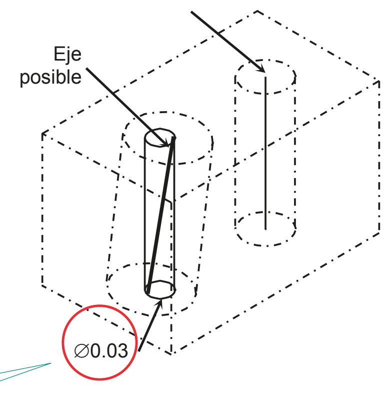
Paralelismo

Se puede aplicar a:

- √ Rectas: La zona de tolerancia es la superficie limitada por dos líneas paralelas, distantes el valor de la tolerancia, y a su vez paralelas al elemento de referencia

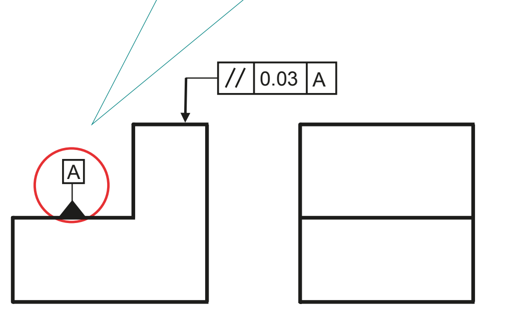
Con el símbolo de diámetro la zona de tolerancia es el volumen de un cilindro, de diámetro el valor de la tolerancia y de eje paralelo al elemento de referencia

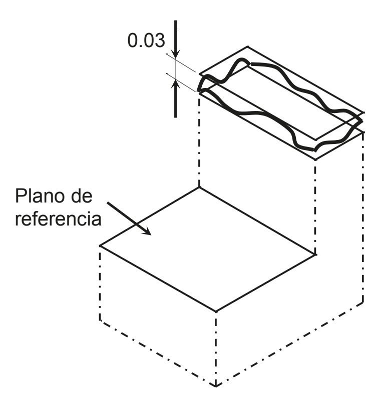




Los elementos de referencia pueden ser rectas o planos

- √ Planos: La zona de tolerancia es el volumen definido por dos planos paralelos entre sí, distantes el valor de la tolerancia, y a su vez paralelos al elemento de referencia





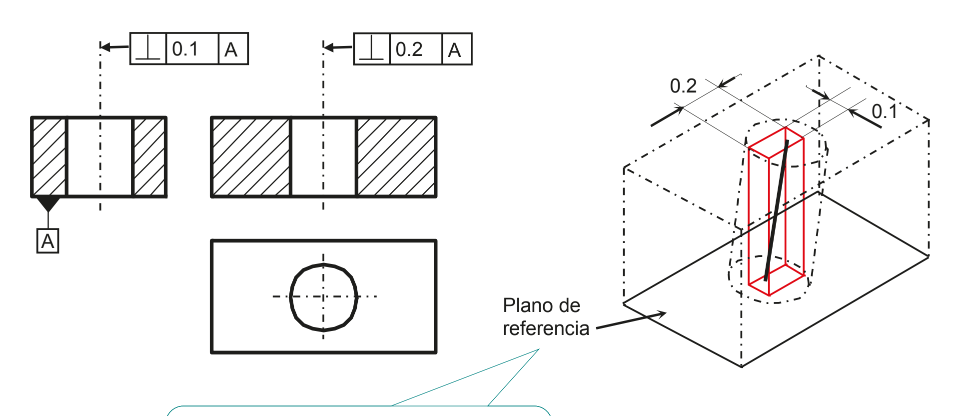
Tipos: perpendicularidad

Introducción
Sintaxis
Tipos
Rectitud
Planitud
Redondez
Cilindricidad
Paralelismo
Perpendic.
Angularidad
Posición
Coaxialidad
Simetría
Alabeo
Perfil línea
Perfil sup.
Tol. generales
Conclusiones

Perpendicularidad

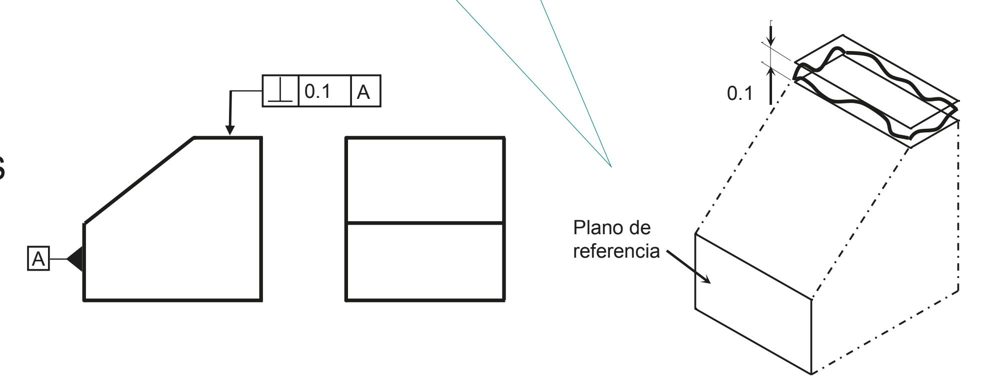
Se puede aplicar a:

- Rectas: La zona de tolerancia es la superficie comprendida entre dos líneas paralelas separadas el valor de la tolerancia, y perpendiculares al elemento de referencia



Los elementos de referencia pueden ser rectas o planos

- Planos: La zona de tolerancia es el volumen comprendido entre dos planos paralelos separados el valor de la tolerancia, y perpendiculares al elemento de referencia



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

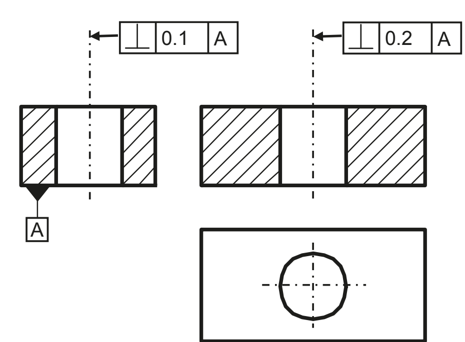
Tipos: perpendicularidad tridimensional de recta

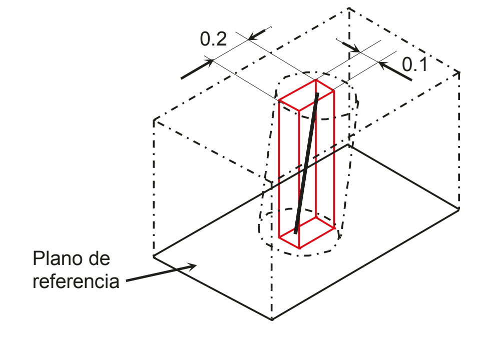


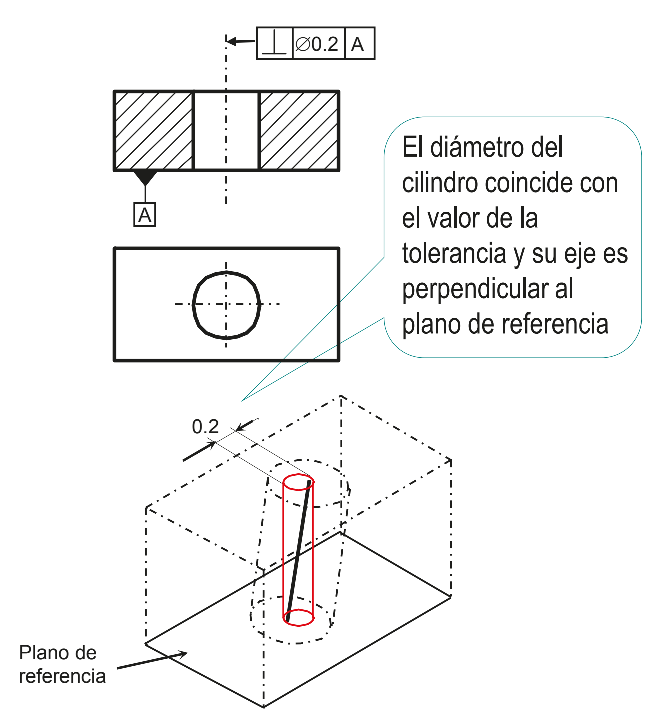
Si el elemento controlado es una recta y el de referencia un plano, la zona de tolerancia puede ser:

Un paralelepípedo si se controla la línea respecto a dos planos perpendiculares

El interior de un cilindro; si se especifica el símbolo de diámetro en la zona de tolerancia







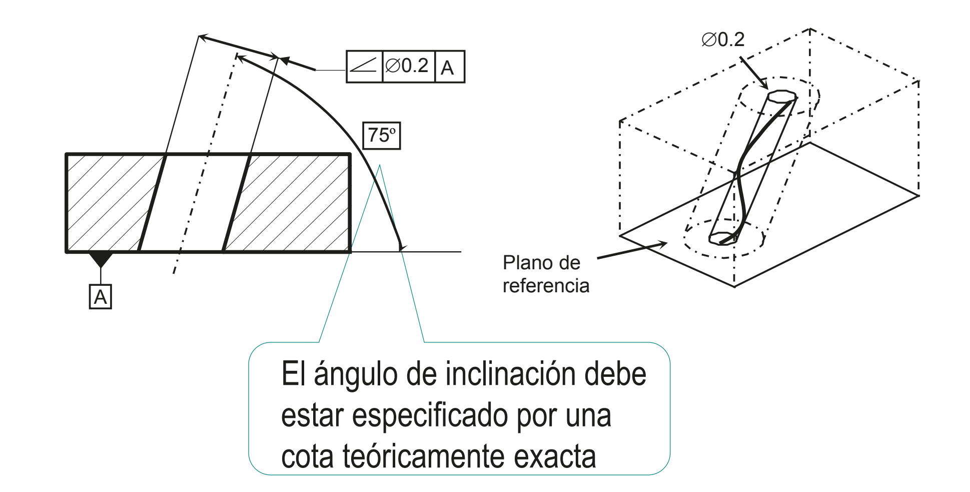
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

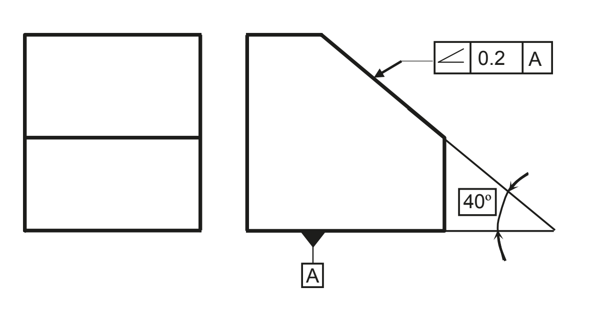
Angularidad

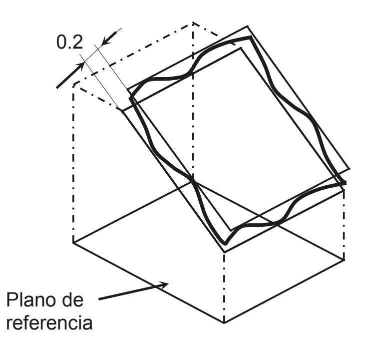
Se puede aplicar a:

- Rectas: La zona de tolerancia es la superficie comprendida entre dos líneas paralelas separadas el valor de la tolerancia, e inclinadas respecto al elemento de referencia



- Planos: La zona de tolerancia es el volumen comprendido entre dos planos paralelos separados el valor de la tolerancia, e inclinados respecto al elemento de referencia



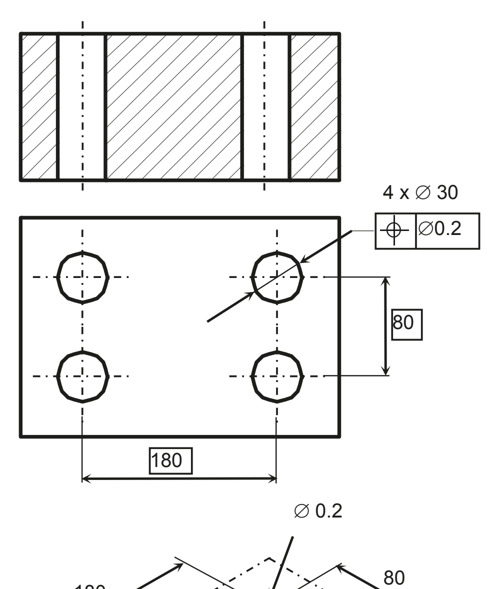


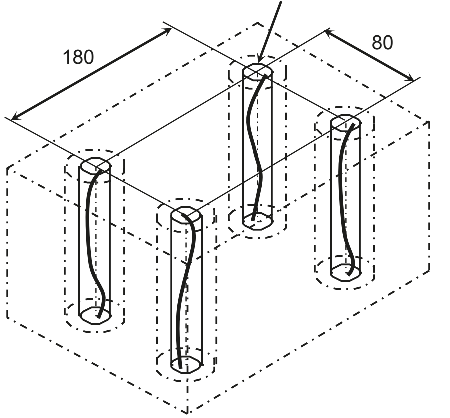
Posición

Controla la desviación de la posición teórica de un elemento

La zona de tolerancia puede ser:

- Un círculo, si se controla la posición de un punto en un plano
- Un cilindro o un paralelepípedo si se controla la posición de una recta o eje
- La superficie entre dos líneas paralelas, si se controla la posición de una línea sobre una superficie
- El volumen entre dos planos paralelos, si se controla la posición de una superficie





Las peculiaridades de ésta tolerancia se especifican en UNE-EN-ISO 5458:1999

Actualizada por ISO 5458:2018

Tipos: concentricidad y coaxialidad

Introducción
Sintaxis
Tipos
Rectitud
Planitud
Redondez
Cilindricidad
Paralelismo
Perpendic.
Angularidad
Posición
Coaxialidad
Simetría
Alabeo
Perfil línea
Perfil sup.
Tol. generales
Conclusiones

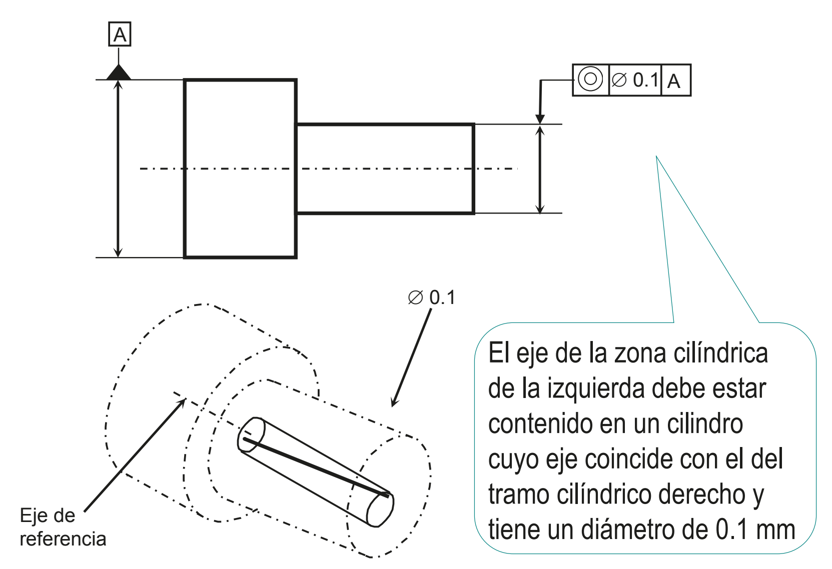
Concentricidad

Controla las desviaciones de la posición del centro o eje del elemento controlado a partir del centro o eje del elemento de referencia

La zona de tolerancia es:

- √ Un círculo, para el caso de la posición del centro de un círculo
- √ Un cilindro para el caso de la posición del eje de un cilindro

Los círculos o cilindros deben ser concéntricos o coaxiales, respectivamente



Se puede considerar un caso particular de posición, en el que el elemento controlado y el elemento de referencia son ejes de cilindros o centros de círculos

Introducción
Sintaxis
Tipos
Rectitud
Planitud
Redondez
Cilindricidad
Paralelismo
Perpendic.
Angularidad
Posición
Coaxialidad
Simetría
Alabeo
Perfil línea
Perfil sup.
Tol. generales
Conclusiones

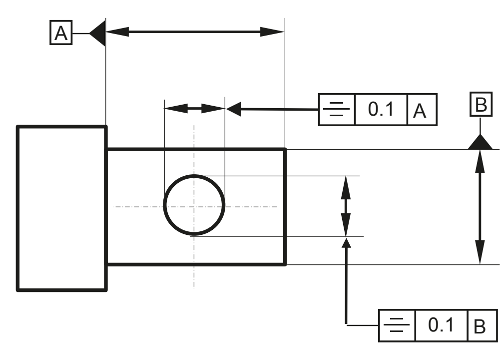
Simetría

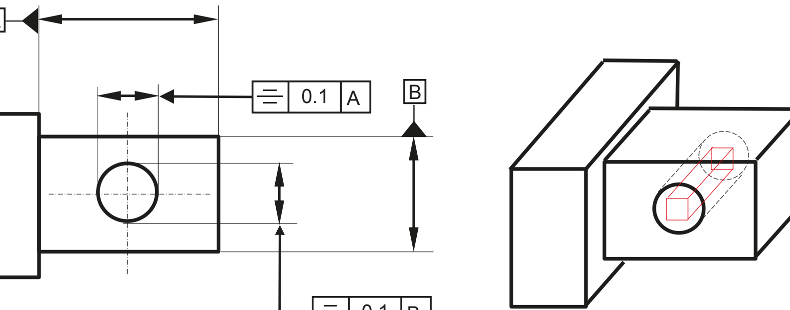
En general, la zona de tolerancia es la superficie entre dos líneas paralelas o el espacio entre dos planos paralelos:

- √ Estas líneas o planos están dispuestos simétricamente y distantes el valor de la tolerancia

A
0.1 A
Plano de referencia
0.1

- √ La zona de tolerancia puede ser también un paralelepípedo si se aplican a un elemento dos tolerancias de simetría perpendiculares entre sí





- √ Se puede considerar un caso particular de posición en el que en el que la posición de un elemento se establece a través de su relación de simetría respecto de una referencia

Alabeo

Se aplican a sólidos de revolución, tanto a sus superficies de revolución como a las caras perpendiculares al eje

Se verifican midiendo las desviaciones de un punto de la superficie mientras se hace girar la pieza alrededor de un eje, o está apoyada sobre dos puntos de referencia

Necesitan, por tanto, de elemento de referencia, que es el eje o los puntos alrededor de los que gira

Las tolerancias de oscilación son compuestas, porque controlan a la vez una o más características de una pieza

Introducción
Sintaxis
Tipos
Rectitud
Planitud
Redondez
Cilindricidad
Paralelismo
Perpendic.
Angularidad
Posición
Coaxialidad
Simetría
Alabeo
Perfil línea
Perfil sup.
Tol. generales
Conclusiones

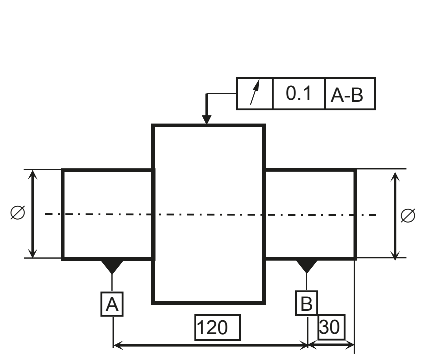
Alabeo axial

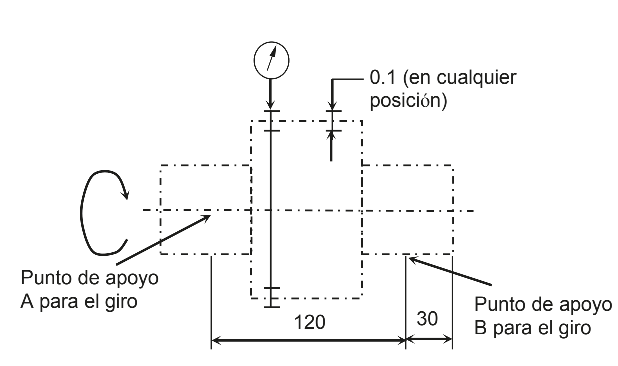
Se aplica a:

- Superficie de revolución: Especifica el valor de la desviación máxima admisible en cualquier posición fijada a lo largo de su longitud
  - mientras la pieza gira una vuelta alrededor del eje de referencia
  - o apoyada sobre los dos puntos especificados

0.1 A
0.2 A
A
0.1
(en cualquier posición)
Giro alrededor
del eje A
0.2
(en cualquier radio)
Giro alrededor
del eje A

- Caras perpendiculares al eje: Especifica la máxima desviación de dicha cara en cualquier radio fijado



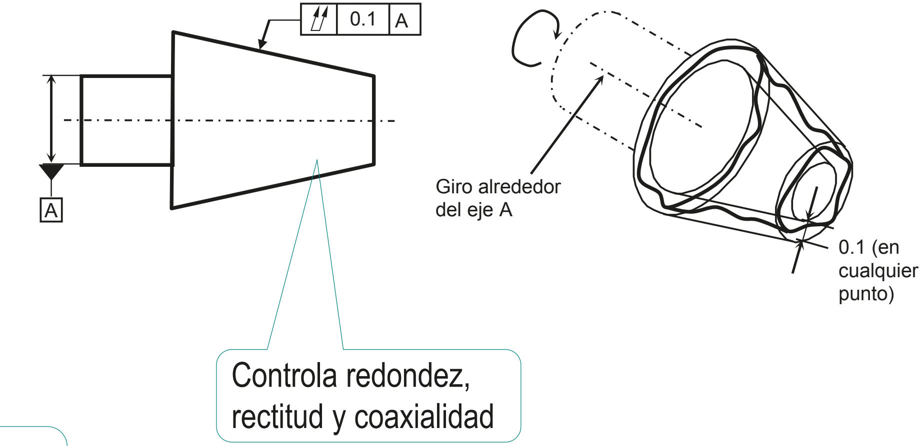


ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

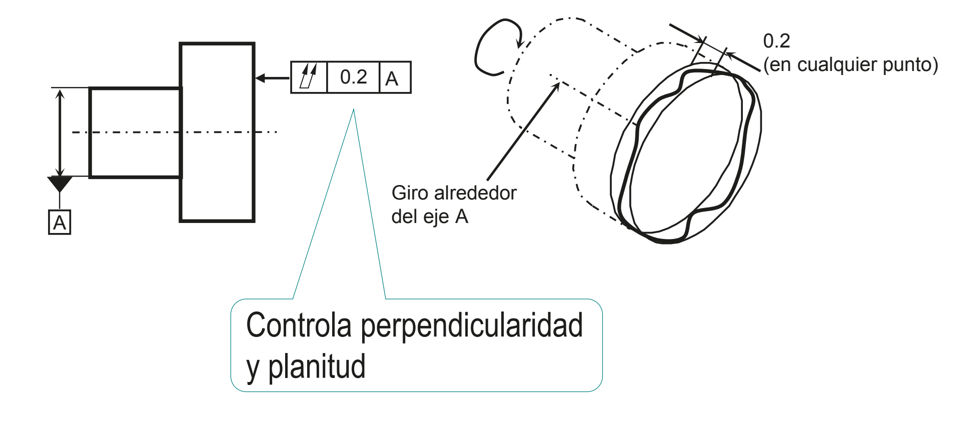
Alabeo radial

Controla controla la máxima desviación admisible de cualquier punto de una superficie, mientras se hace girar la pieza alrededor del elemento de referencia

La verificación se realiza sobre cualquier punto de la superficie



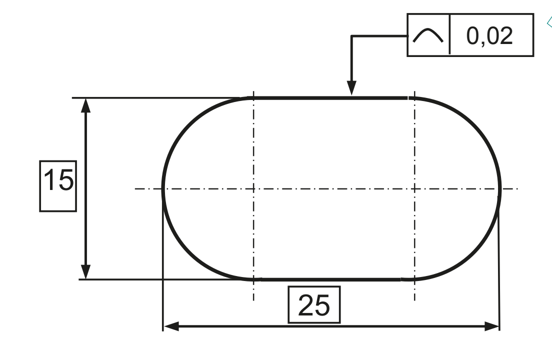
Controla simultáneamente los errores de forma, orientación y posición



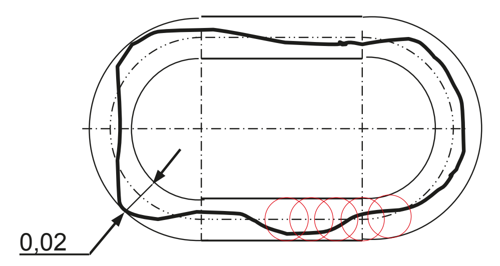
Perfil de una línea

El perfil indicado debe estar comprendido entre dos perfiles adyacentes, equidistantes de la forma teórica y separados en su dirección normal el valor de la tolerancia

- √ Se aplica a perfiles completos, formados por un encadenamiento de líneas simples y/o complejas
- √ El perfil se dimensiona con cotas teóricamente exactas



El concepto de equidistancia se entiende como una generalización del concepto de paralelismo



Las líneas equidistantes son envolventes de las infinitas circunferencias de diámetro igual a la tolerancia y cuyos centros ocupan todos y cada uno de los puntos de la línea original

ISBN: 978-84-18951-43-5

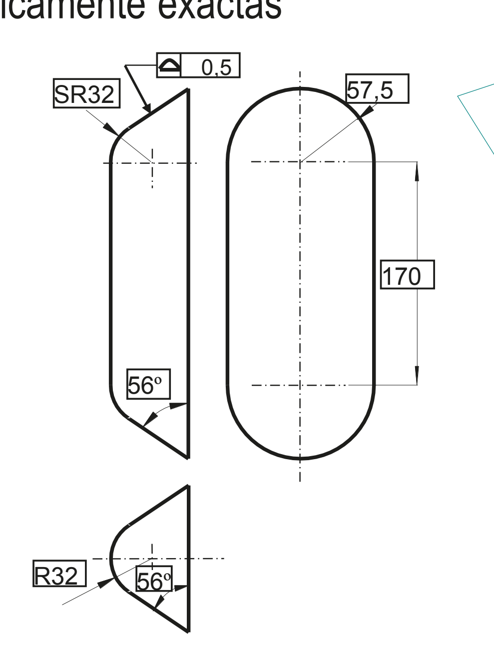
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

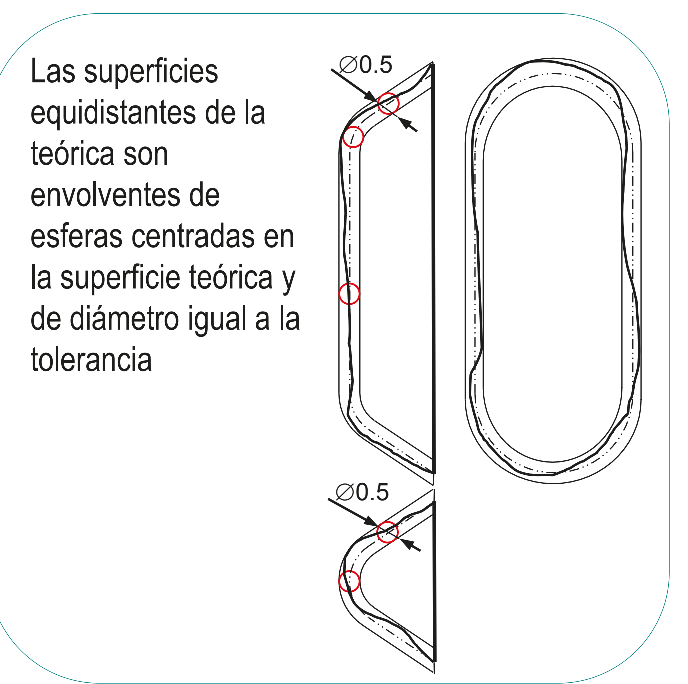
Tipos: forma de una superficie

Perfil de una superficie

La superficie debe estar comprendida entre dos superficies con la forma teórica, separadas en su dirección normal el valor de la tolerancia

- Es más restrictiva que el control de forma de una línea porque controla todos los perfiles simultáneamente
- La superficie se dimensiona con cotas teóricamente exactas



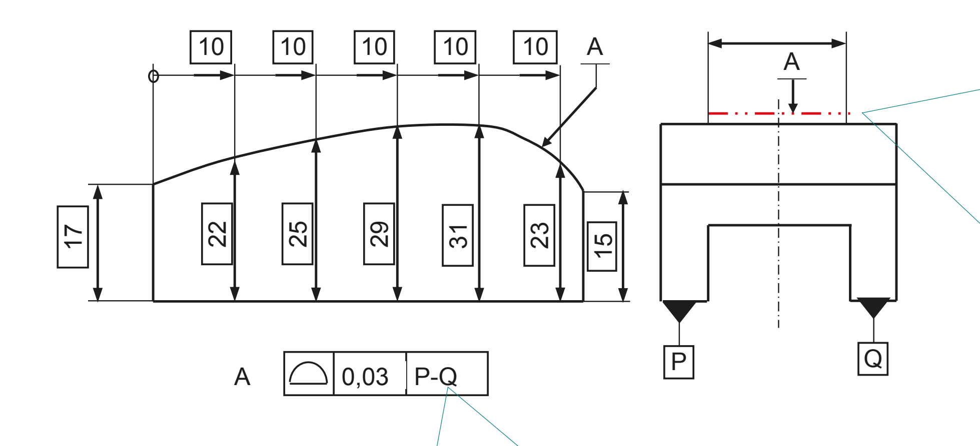


ISBN: 978-84-18951-43-5

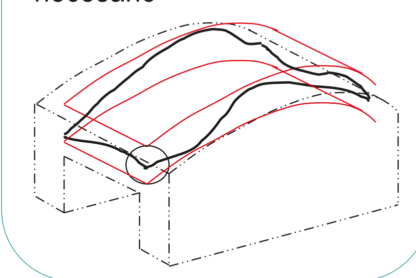
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tipos: tolerancia de una superficie con referencia

La porción de superficie especificada debe estar contenida entre dos superficies, con la forma teórica, separadas en su dirección normal el valor de la tolerancia



Se utiliza una línea gruesa de trazo y punto, adyacente al elemento referenciado, acotando las dimensiones de dicha zona cuando sea necesario



Cuando el elemento de referencia es compuesto, las letras que identifican cada elemento se inscriben con un guión

De esta forma se indica que la referencia es el plano común a las superficies P y Q

Al tener un plano de referencia, la orientación respecto al plano de la base de la superficie a controlar, también debe ser tenida en cuenta

Introducción
Sintaxis
Tipos
Tol. generales
Conclusiones

Tipos: tolerancia de una superficie con referencia

Como resumen de los tipos, se incluye una tabla que muestra los elementos que pueden controlar, así como las referencias que pueden utilizar

Característica	Símbolo	Elemento tolerado: Línea de sección	Elemento tolerado: Arista	Elemento tolerado: Eje	Elemento tolerado: Cara media	Elemento tolerado: Superficie	Referencia: Línea de sección	Referencia: Arista	Referencia: Eje	Referencia: Cara media	Referencia: Superficie
Rectitud	⏤	Si	Si	Si							
Planitud	⏥				Si	Si					
Redondez	○	Si	Si								
Cilindricidad	⌭					Si					
Paralelismo	//	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Perpendicularidad	⊥	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Angularidad	∠	Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si
Posición	⌖		Si	Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si
Coaxialidad	◎			Si					Si		
Simetría	⌯			Si	Si				Si	Si	
Alabeo radial	↗	Si	Si						Si		
Alabeo axial	⌰		Si			Si			Si		
Perfil de una línea	⌒	Si	Si	Si							
Perfil de una superficie	⌓				Si	Si					
Perfil de una línea con referencia	⌒	Si	Si				Si	Si	Si	Si	Si
Perfil de una superficie con referencia	⌓					Si		Si	Si	Si	Si

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tolerancias generales

Para indicar la condición de tolerancia general basta:

- √ Invocar la norma correspondiente (por ejemplo UNE-EN 22768-93, ó ISO 2768) en el bloque de títulos
- √ Acompañar la referencia a la norma con los dos códigos de las clases de tolerancia que se aplican (dimensional y geométrica)
- √ Opcionalmente, se puede añadir la tabla con las desviaciones admisibles en las clases de tolerancia elegidas

Dimensiones lineales	Hasta 6	> 6 - 30	> 30 - 120	> 120 - 400	> 400 - 1000	> 1000 - 2000	> 2000 - 4000
Tolerancias	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0

Observaciones: Tolerancias generales según norma ISO 2768 mK	Título:		Plano nº: Hoja nº: de
Escala 1:1	Un. dim. mm	 Departamento de Tecnología	Dibujado por:	Fecha:
			Comprobado por:	Fecha:

La indicación de tolerancia general es muy restrictiva, porque obliga a comprobar TODAS las medidas

Conclusiones

1 Existe una simbología compleja, con sintaxis estricta, para especificar las tolerancias geométricas

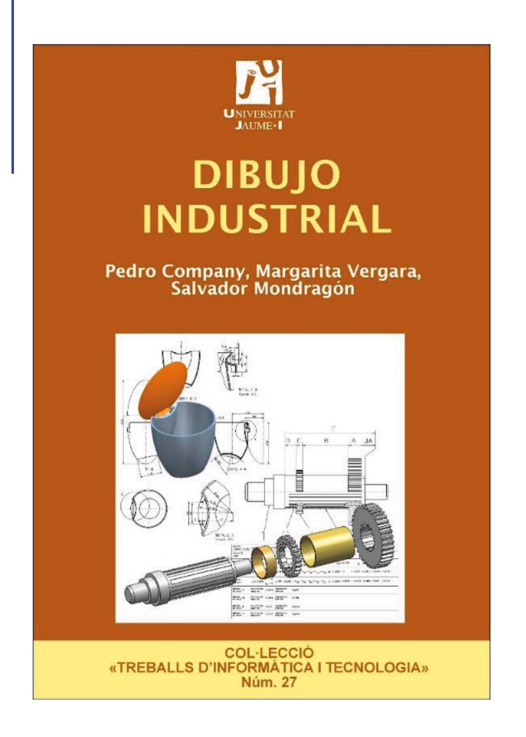
2 El significado de los símbolos puede ser ambiguo si no se conoce la sintaxis de los casos particulares

3 Además de conocer la sintaxis, hay que conocer el significado concreto de cada símbolo

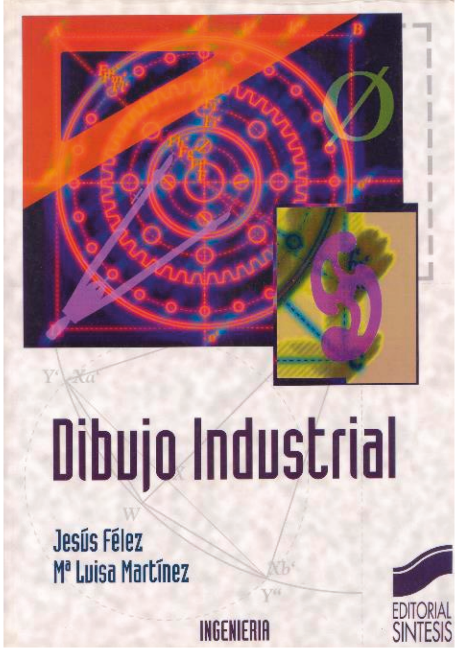
También hay que conocer los diferentes casos particulares asociados a cada símbolo

4 Conocer la sintaxis y los tipos es condición necesaria pero no suficiente para utilizar las tolerancias geométricas, porque el impacto que tiene en la geometría el control que ejerce un conjunto de tolerancias es difícil de intuir

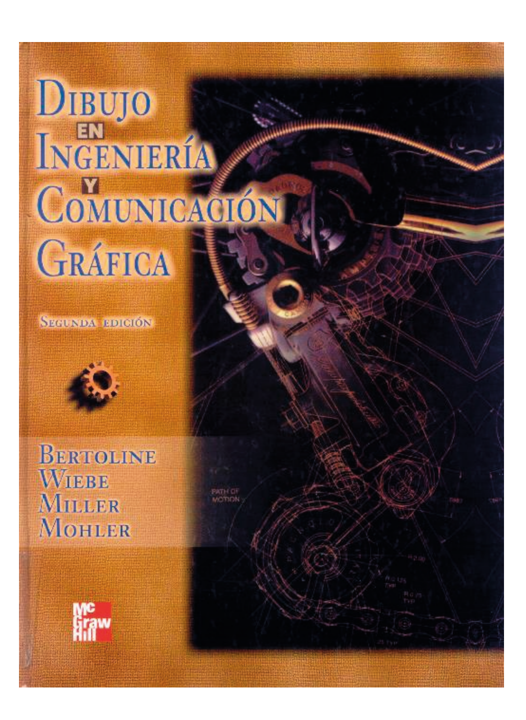
Para repasar



Capítulo 2.9: Tolerancias geométricas



Capítulo 8: Tolerancias geométricas

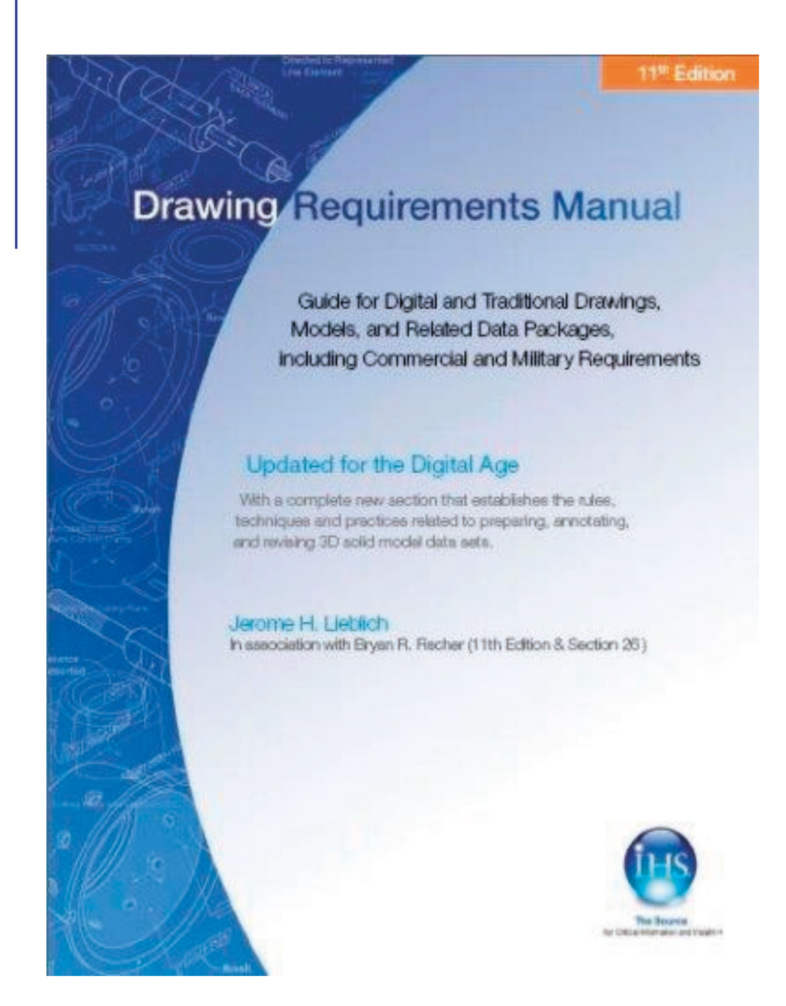


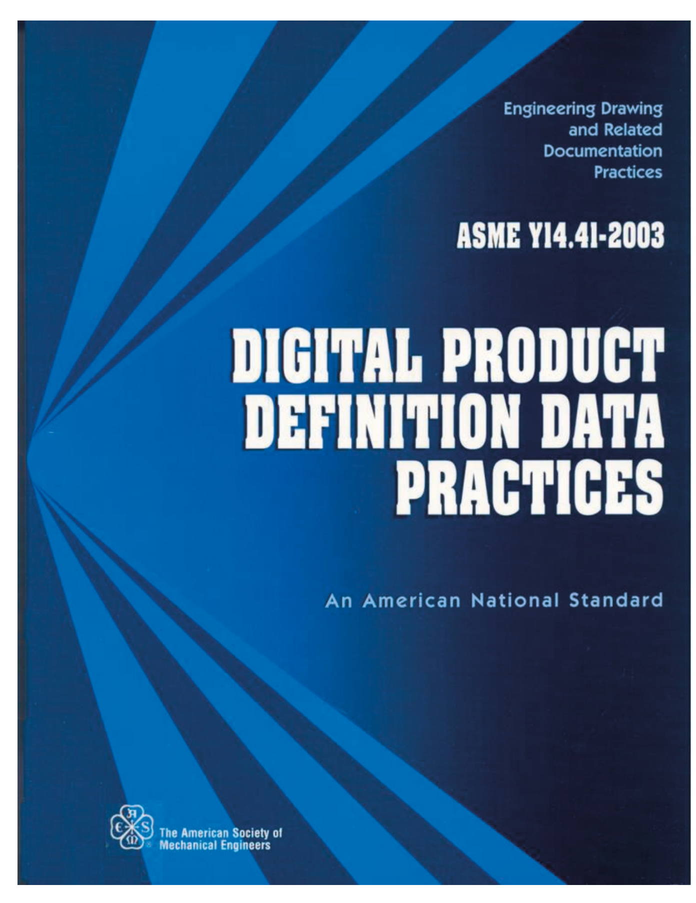
Capítulo 16: Fundamentos del dimensionamiento y la tolerancia geométricos

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

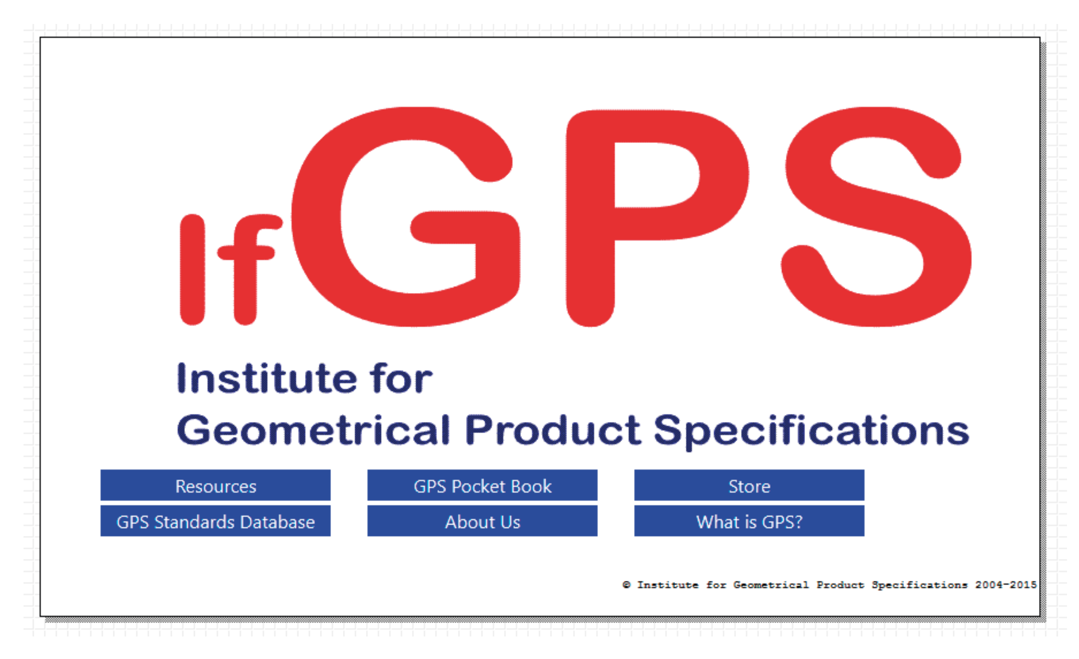
Para repasar





Para repasar

Para saber más sobre Especificación geométrica de productos:



http://www.ifgps.com/An overview of GPS - Spanish.pdf

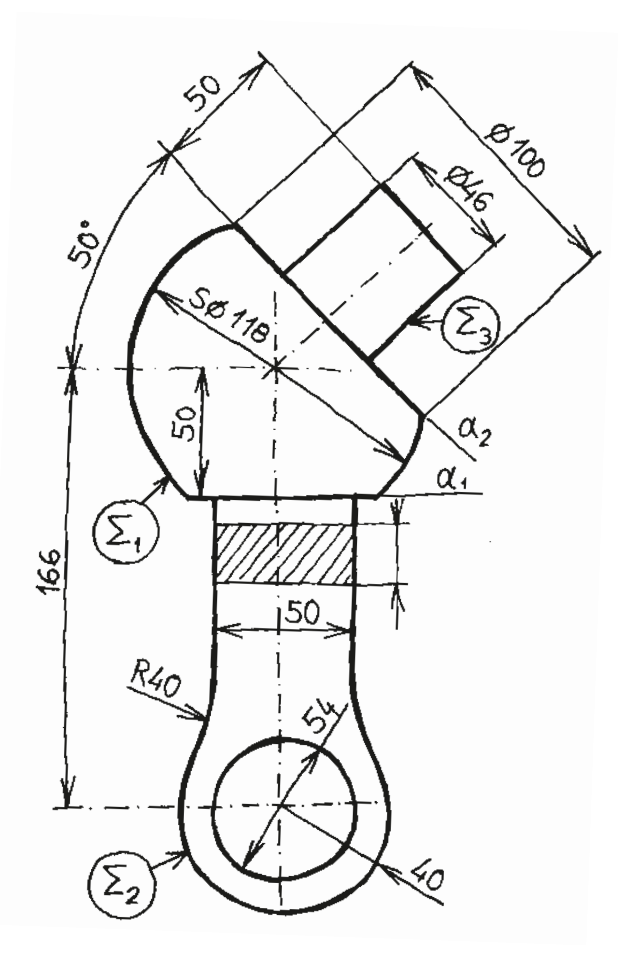
Ejercicio 4.3.1. Rótula

Tarea

- Tarea
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones
- Evaluación

En la figura se ha representado la vista principal de una rótula, que tiene las siguientes características

- Está compuesta por un casquete esférico (Σ_1), originado al seccionar una esfera de diámetro 118 mm por dos planos α_1 y α_2
- El plano α_1 es horizontal, y está situado a una distancia d_1= 50 mm del centro de la esfera
- El plano α_2 está inclinado 50° respecto al α_1, y está situado a una distancia d_2 del centro de la esfera
- La distancia d_2 se debe determinar exigiendo la condición de que la sección que α_2 le produce a Σ_1 sea una circunferencia de diámetro 100 mm
- El brazo de palanca (Σ_2) tiene el contorno bocetado en la figura, y un espesor constante de 22 mm
- El brazo de palanca (Σ_2) está colocado simétricamente respecto a la bola
- La pieza consta también de un cilindro recto (Σ_3) de base circular (de 46 mm de diámetro) y altura 50 mm, situado con la base apoyada en la cara superior de Σ_1 y concéntrico con ella



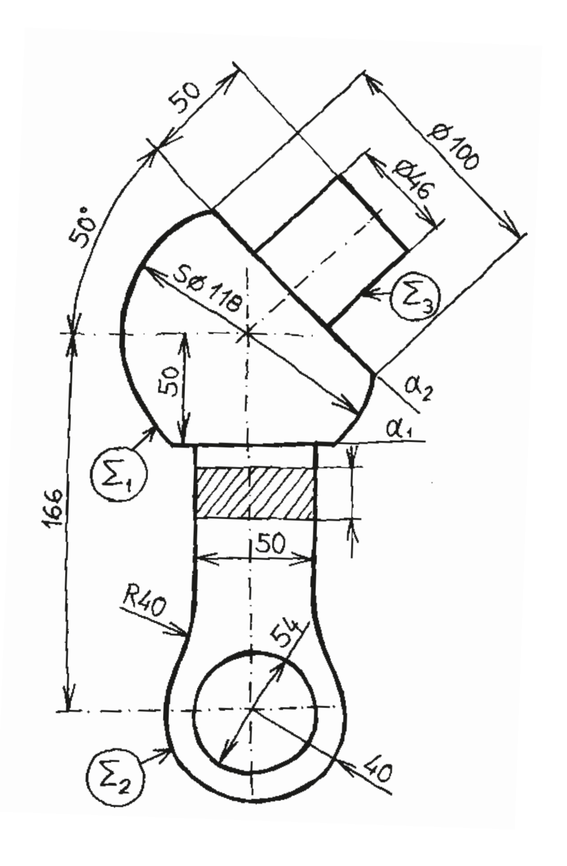
Tarea

Se ha determinado que la pieza se tiene que fabricar mediante procesos de unión:

- Cordón de soldadura angular todo alrededor y con acabado cóncavo, de espesor a6, sobre la unión de Σ_1 y Σ_3

- Cordones de soldadura sobre los lados largos del perímetro rectangular de unión entre Σ_1 y Σ_2
  - Los cordones tienen que ser angulares, con acabado plano, de espesor a5 y longitud la mitad de la arista
  - Deben estar centrados en la arista

- Soldadura angular de espesor a5 de longitud mínima en el centro de cada uno de los lados cortos del rectángulo de unión entre Σ_1 y Σ_2

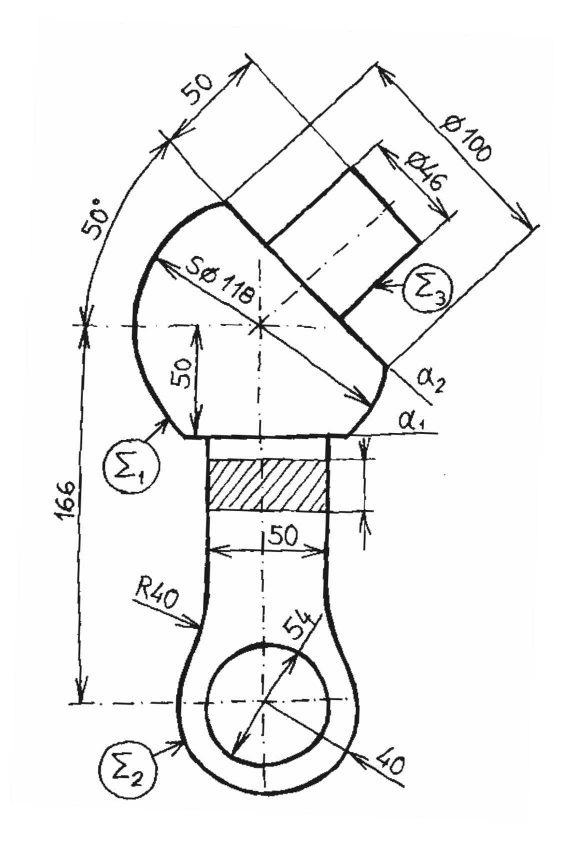


Tarea

- **Tarea**
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones
- Evaluación

Durante el diseño se han determinado algunos criterios que afectan a calidades de las superficies:

- Rugosidad unilateral superior sobre la superficie esférica de Σ_1 con una desviación media aritmética (Ra) de 0,8 μm
- Rugosidad unilateral superior sobre la superficie cilíndrica de Σ_3 con profundidad máxima del detalle de rugosidad (Rx) de 40 μm, conseguida sin arranque de viruta
- Rugosidad unilateral superior del agujero de Σ_2 con perfil R de máxima altura de rugosidad (Rz) de valor 0.8 μm
- El resto de la pieza tiene rugosidad unilateral superior con una desviación media aritmética (Ra) de 12 μm



Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Por último, se han seleccionado las siguientes **tolerancias dimensionales**:

- √ Por criterio de diseño se va a aplicar tolerancia dimensional a todas las medidas de la pieza
- √ El valor de las tolerancias dimensionales será 1/1000 de las dimensiones nominales
- √ Todas las tolerancias dimensionales serán simétricas

Las tareas a realizar son:

A Obtenga el modelo sólido de la rótula

B Añada al modelo las anotaciones de fabricación y las anotaciones GPS

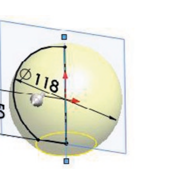
C Obtenga el dibujo anotado, indicando tanto los procedimientos de unión como los criterios de calidad superficial y las tolerancias

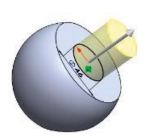
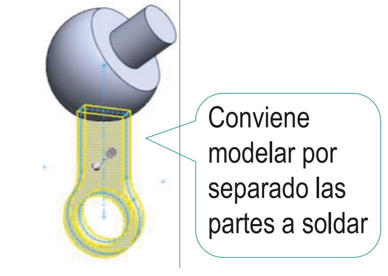
Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

La estrategia consta de cinco pasos:

1 Obtenga el modelo sólido a partir de los datos del dibujo de diseño

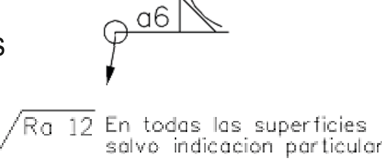


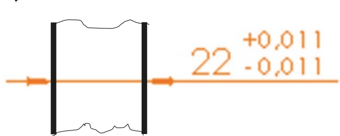



Conviene modelar por separado las partes a soldar

2 Analice las indicaciones de fabricación y de unión especificadas, para elegir los símbolos a añadir al modelo

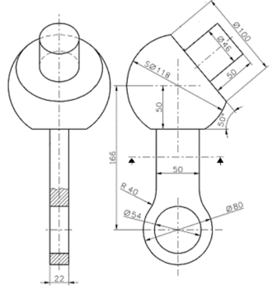
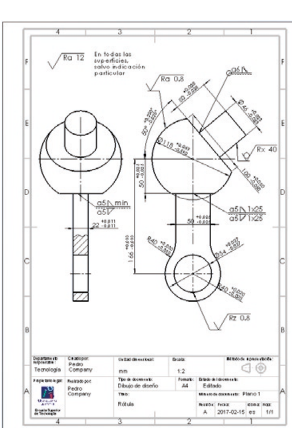
- √ Símbolos de soldadura para indicar las uniones
- √ Símbolos de fabricación para indicar las calidades superficiales
- √ Tolerancias dimensionales en todas las medidas de la pieza





3 Añada las anotaciones en el modelo

4 Analice la pieza para decidir las vistas, cortes y cotas necesarios para obtener un dibujo de diseño

5 Extraiga el dibujo de diseño a partir del modelo sólido y extraiga las indicaciones de fabricación y de unión

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelo

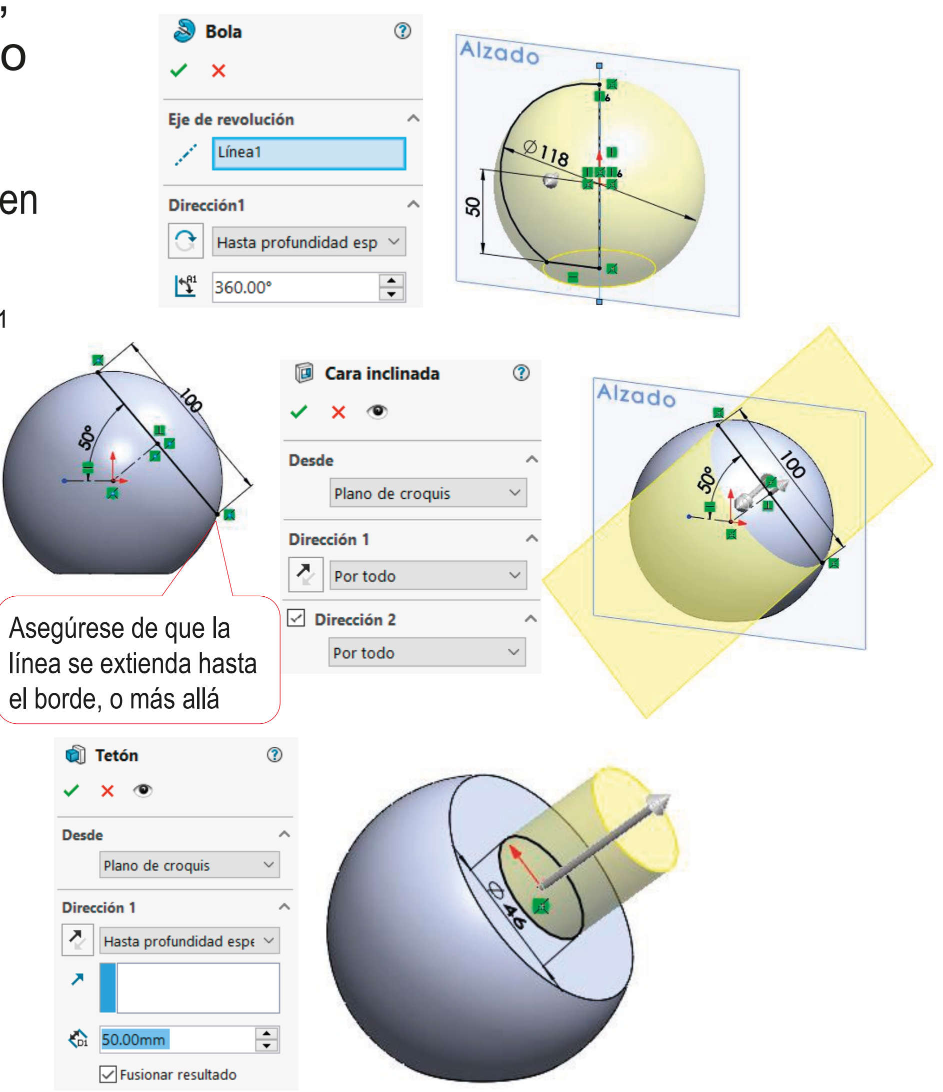
Obtenga el modelo sólido, modelando por separando las partes a soldar:

√ Dibuje un croquis centrado en el alzado, para obtener por revolución Σ_1 con la base α_1

√ Dibuje la traza del plano inclinado para cortar el sólido con ella, y obtener la cara α_2

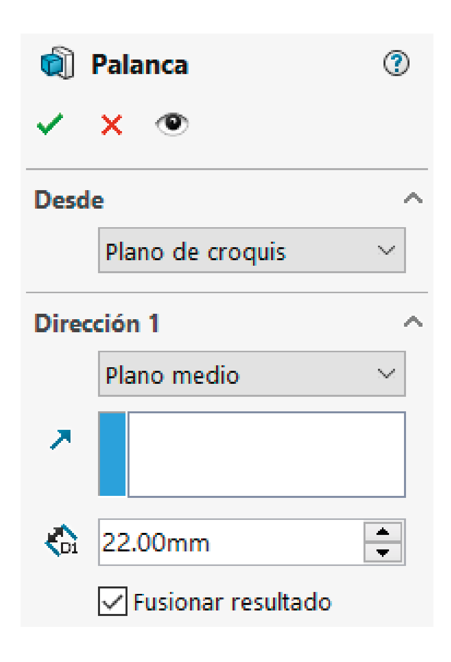
Se usa la recta para definir un plano de corte, y se elimina la parte de sólido que hay a uno de los dos lados del plano

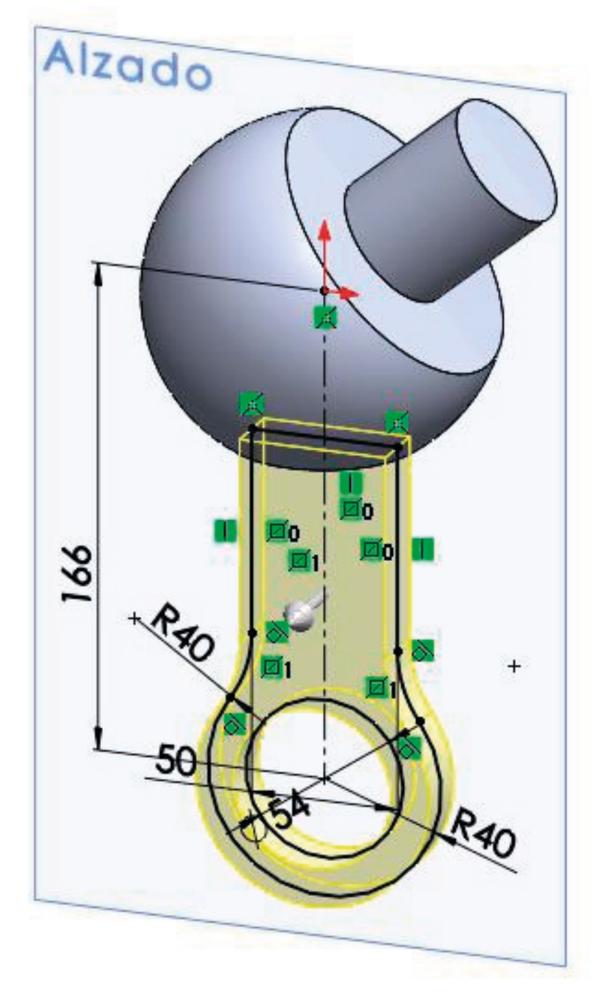
√ Dibuje una circunferencia centrada en la cara α_2, para extruirla y obtener Σ_3



Ejecución: modelo

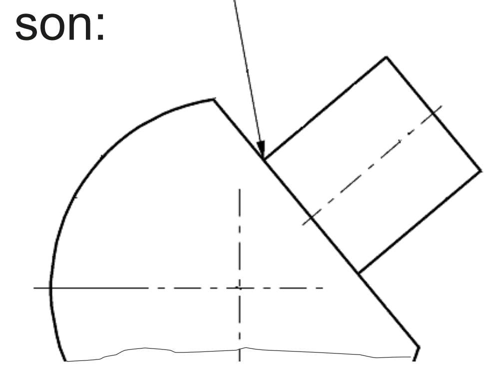
√ Obtenga Σ_2, extruyendo a ambos lados el croquis de su contorno dibujado en el alzado



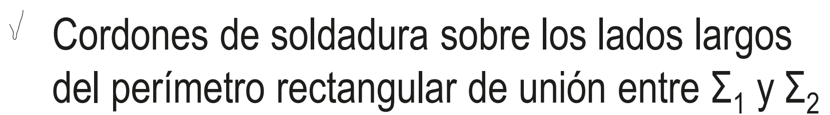


Ejecución: selección de anotaciones

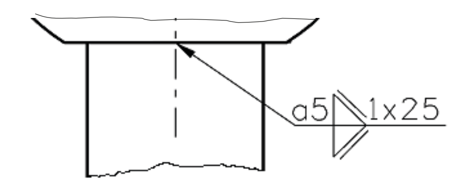
Consultando la norma UNE-EN ISO 2553:2020 se concluye que las indicaciones de soldadura son:



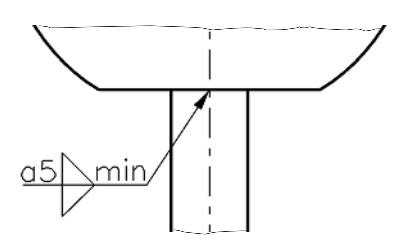
- Cordón de soldadura angular todo alrededor y con acabado cóncavo, de espesor a6, sobre la unión de Σ_1 y Σ_3



- Cordones de soldadura sobre los lados largos del perímetro rectangular de unión entre Σ_1 y Σ_2
  - Los cordones tienen que ser angulares, con acabado plano, de espesor a5 y longitud la mitad de la arista
  - Deben estar centrados en la arista



- Soldadura angular de espesor a5 de longitud mínima en el centro de cada uno de los lados cortos del rectángulo de unión entre Σ_1 y Σ_2

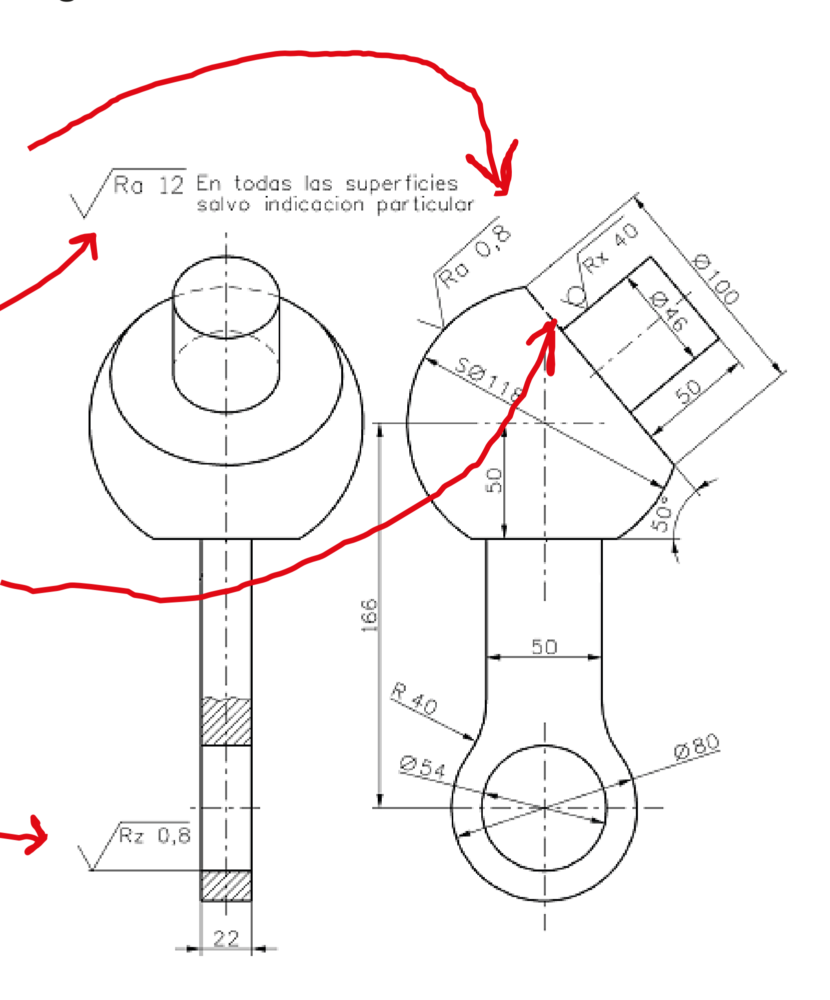


ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: selección de anotaciones

Consultando la norma UNE-EN-ISO 4287:1999 se concluye que las indicaciones de rugosidad son:

- Rugosidad unilateral superior sobre la superficie esférica de S1 con una desviación media aritmética (Ra) de 0,8 µm
- El resto de la pieza tiene rugosidad unilateral superior con una desviación media aritmética (Ra) de 12 µm
- Rugosidad unilateral superior sobre la superficie cilíndrica de S3 con profundidad máxima del detalle de rugosidad (Rx) de 40 µm, conseguida sin arranque de viruta
- Rugosidad unilateral superior del agujero de S2 con perfil R de máxima altura de rugosidad (Rz) de valor 0.8 µm



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: selección de anotaciones

Consultando la norma UNE-EN ISO 286-1:2011 se concluye que las tolerancias dimensionales son:

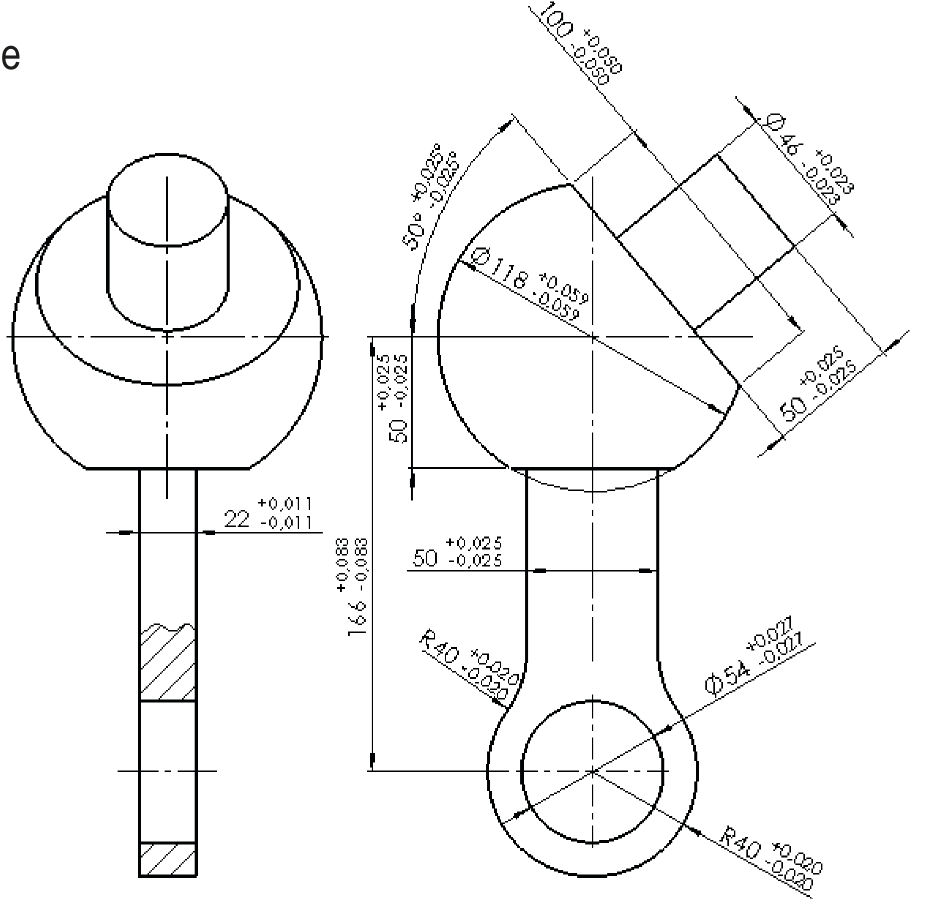
- El valor de las tolerancias dimensionales será 1/1000 de las dimensiones nominales

  Por lo tanto, para una cota de 22 mm, la tolerancia “t” será de 0.022 mm

- Todas las tolerancias dimensionales serán simétricas

  Por lo tanto, las desviaciones serán +t/2 y –t/2

- Por criterio de diseño se va a aplicar tolerancia dimensional a todas las medidas de la pieza



Ejecución: anotaciones en el modelo

Tarea

Estrategia

Ejecución

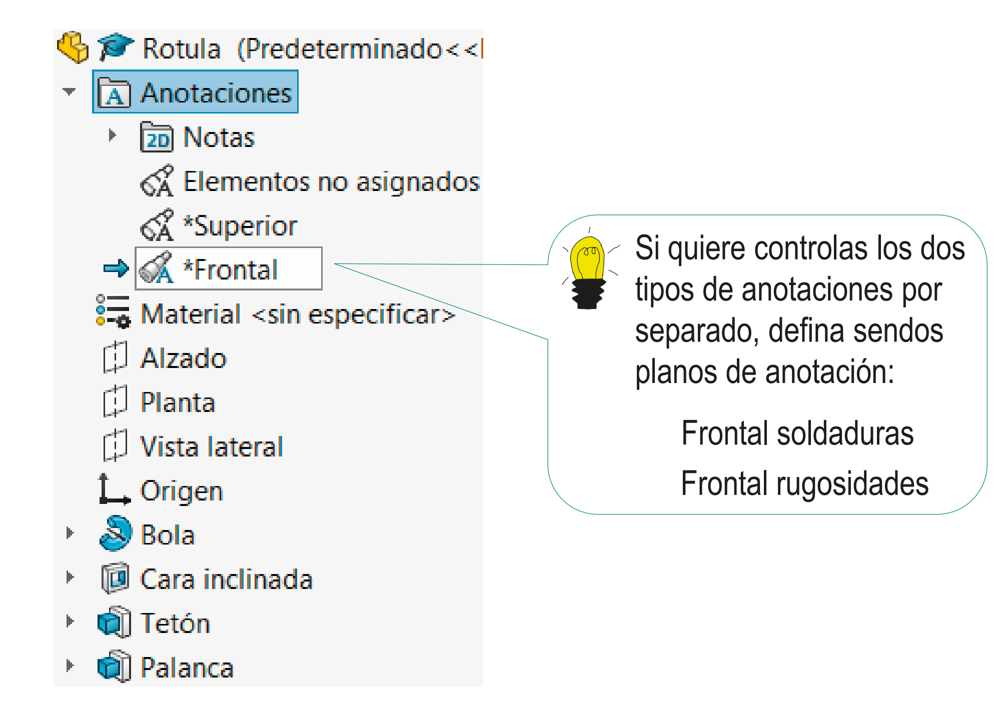
Conclusiones

Evaluación

Añada las anotaciones de soldadura al modelo:

- Abra la carpeta de *Anotaciones*

- Haga doble click para definir la vista *Frontal* de anotaciones como activa



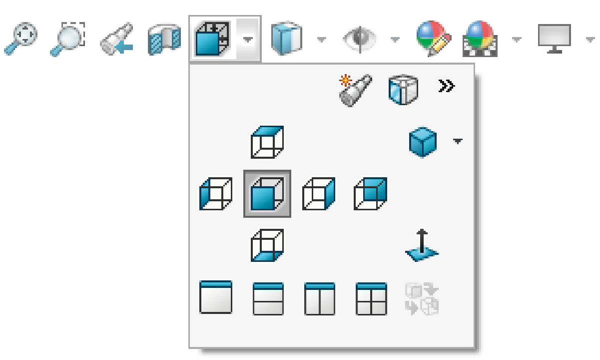
Si quiere controlas los dos tipos de anotaciones por separado, defina sendos planos de anotación:

Frontal soldaduras

Frontal rugosidades

- Seleccione el punto de vista Frontal, para que la vista de anotaciones se muestre paralela a la pantalla

- Añada las anotaciones mientras la vista de anotación *Frontal* esté activa y la visualización paralela a ella



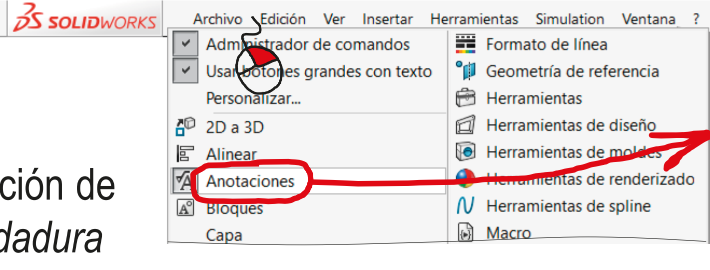
ISBN: 978-84-18951-43-5

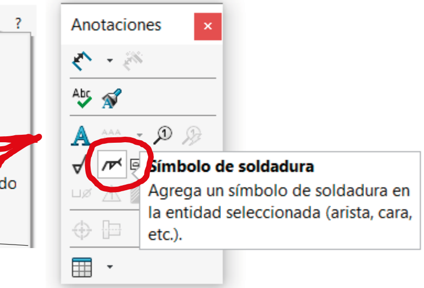
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones en el modelo

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

- Active el menú de *Anotaciones*

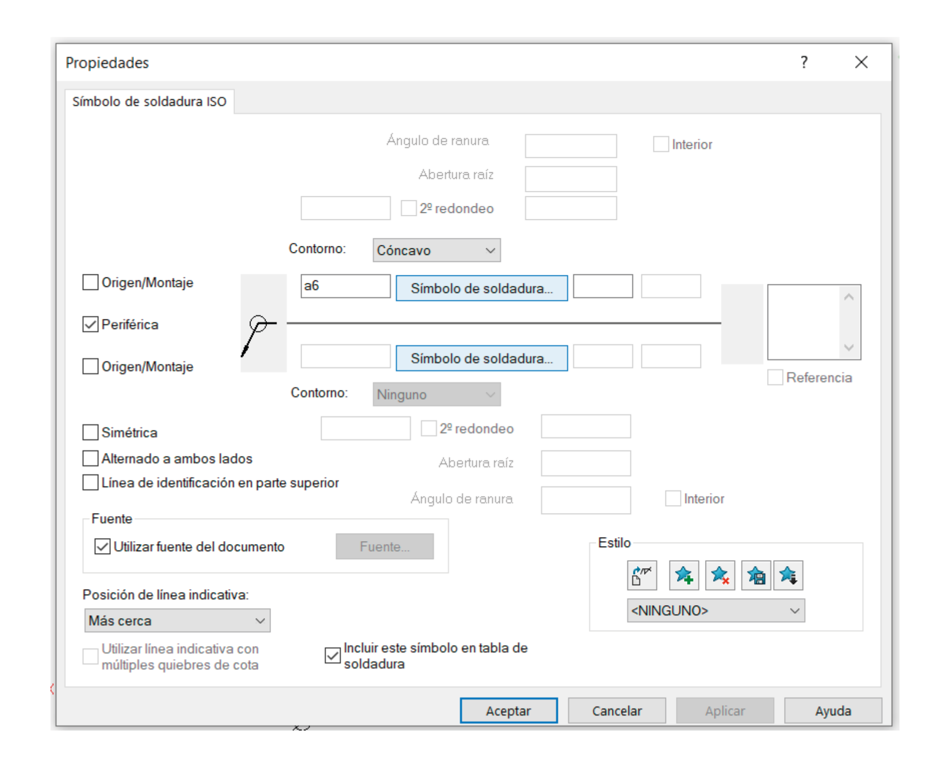




- Seleccione la anotación de tipo *Símbolo de soldadura*

- Rellene el campo de la etiqueta del proceso de fabricación:
  - Seleccione el símbolo de soldadura en ángulo
  - Indique el tamaño "a6" como prefijo

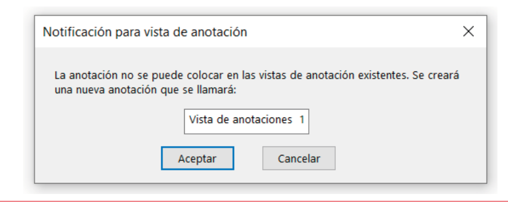
    Seleccione *contorno* "cóncavo"
  - Seleccione periférica, para añadir el símbolo de todo alrededor

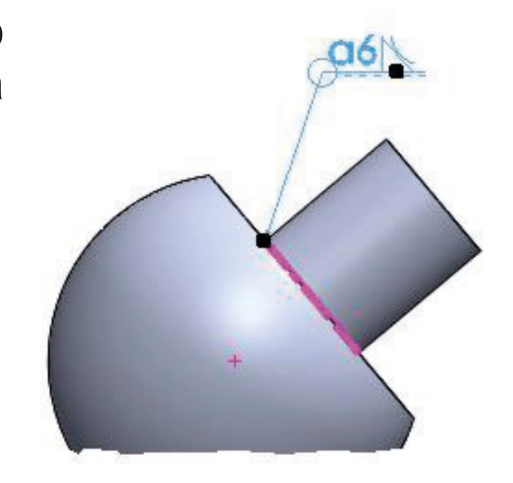


Ejecución: anotaciones en el modelo

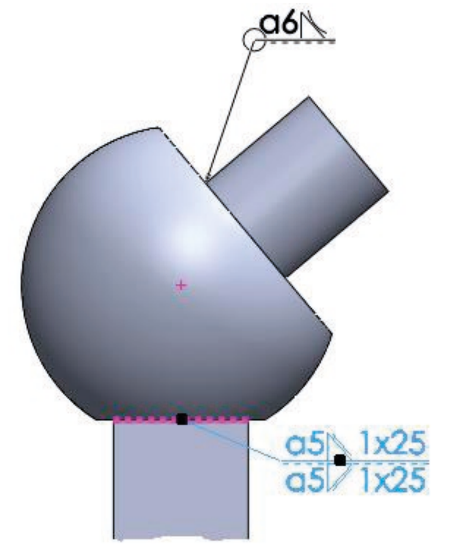
- Coloque la anotación en el modelo, vinculando el punto de inserción de la flecha de referencia al contorno de la junta de Σ_1 y Σ_3

Si no ha cambiado el punto de vista, recibirá un aviso de que la anotación se colocará en una vista nuevav



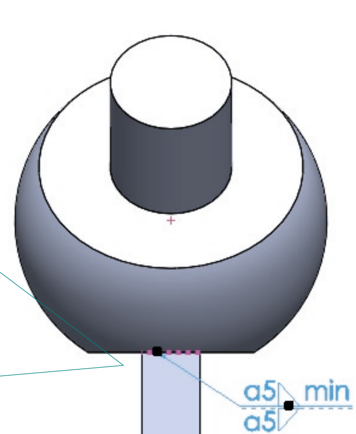


- Repita el procedimiento para las otras dos anotaciones de soldadura



Para la tercera soldadura tendrá que crear y activa la vista de anotaciones *Derecha*

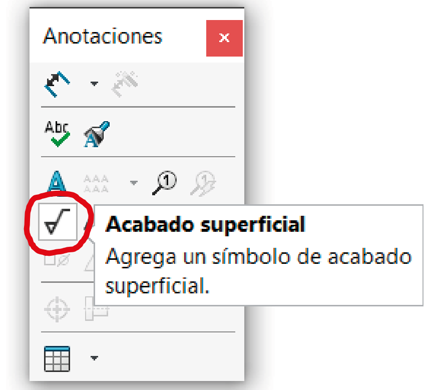
Anotaciones
Notas
Elementos no asignados
*Superior
*Frontal
*Derecha



Ejecución: anotaciones en el modelo

Añada las anotaciones de acabados superficiales:

- Seleccione la anotación de tipo *Acabado superficial*

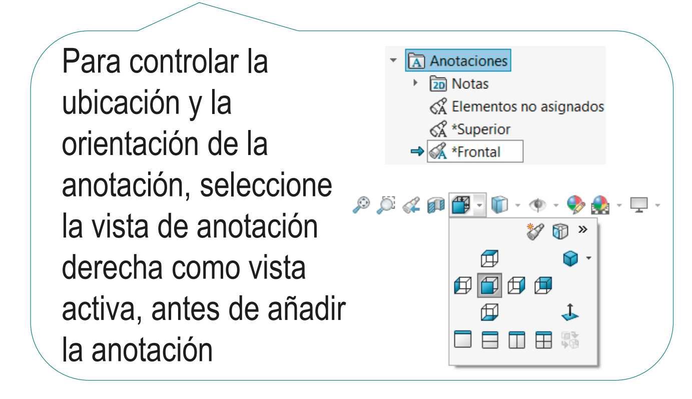


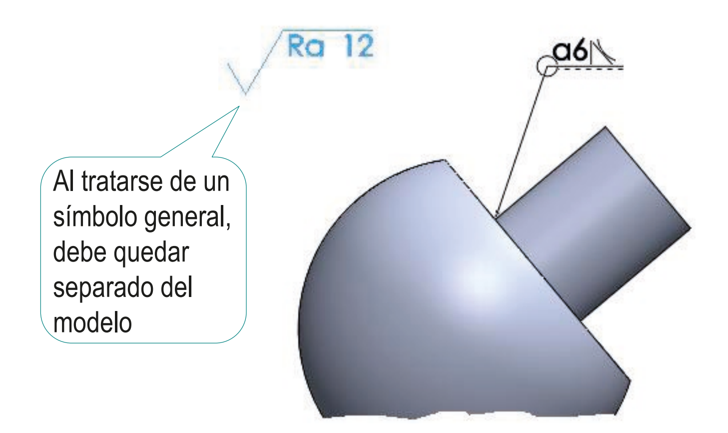


- Rellene el campo de la etiqueta del proceso de fabricación

- Coloque la anotación en la vista frontal

Para controlar la ubicación y la orientación de la anotación, seleccione la vista de anotación derecha como vista activa, antes de añadir la anotación





Al tratarse de un símbolo general, debe quedar separado del modelo

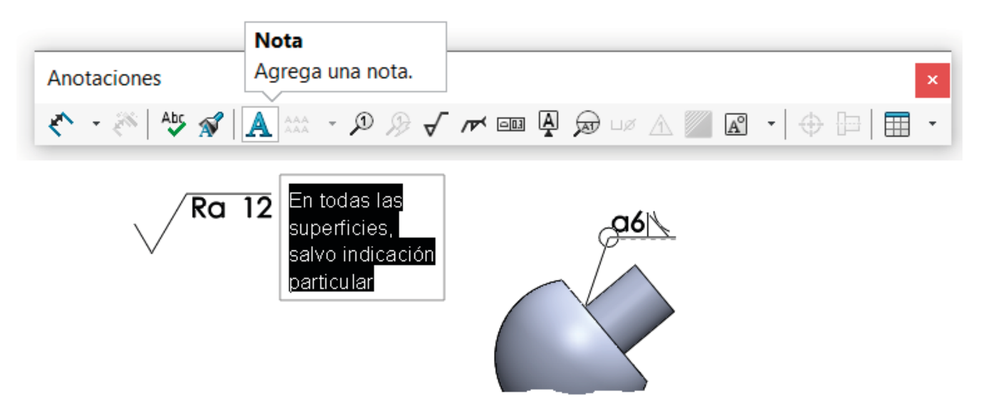
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

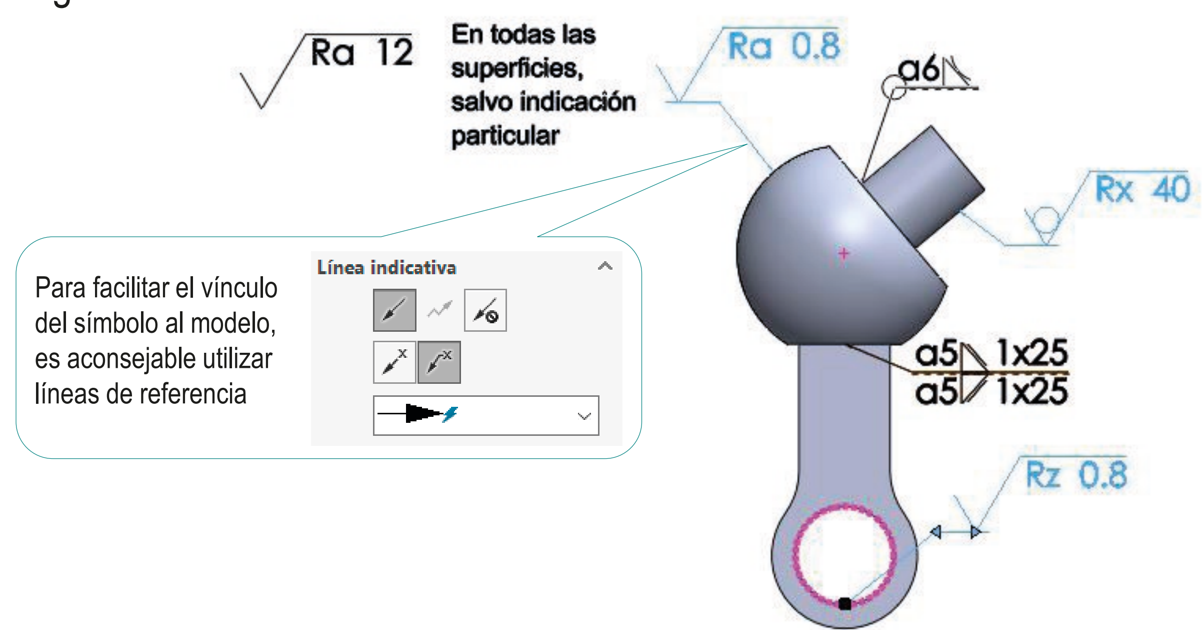
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones en el modelo

- Añada la nota para indicar que hay excepciones



- Repita el procedimiento para el resto de rugosidades



ISBN: 978-84-18951-43-5

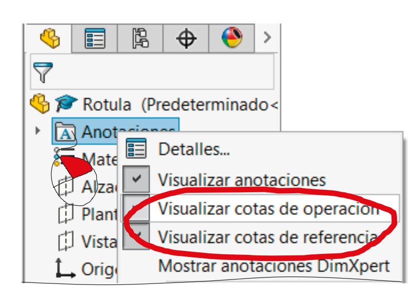
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

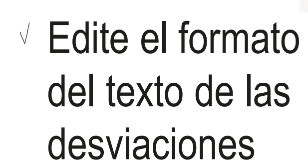
Ejecución: anotaciones en el modelo

Añada las tolerancias dimensionales:

- √ Active la visualización de cotas



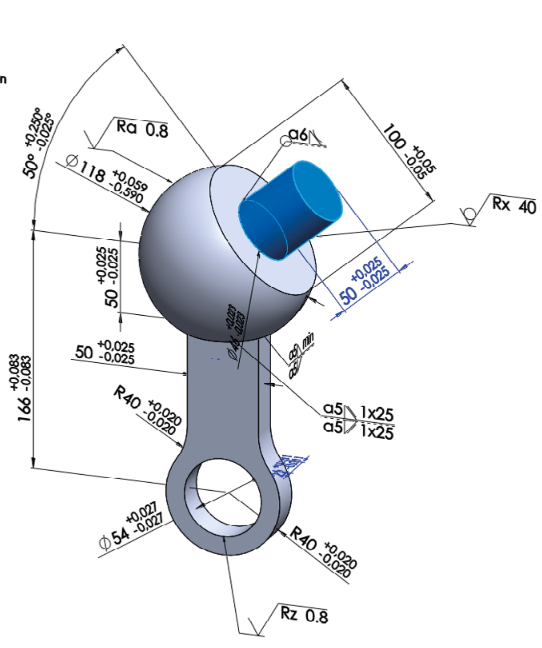
- √ Seleccione *una cota para editarla*
- √ Edite los parámetros de tolerancia dimensional



- √ Edite el formato del texto de las desviaciones



- √ Repita el procedimiento para el resto de cotas



ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

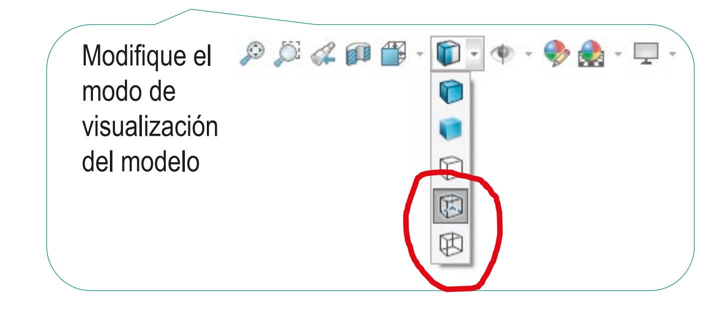
Ejecución: anotaciones en el modelo

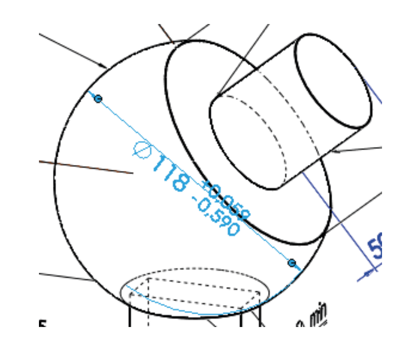
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación



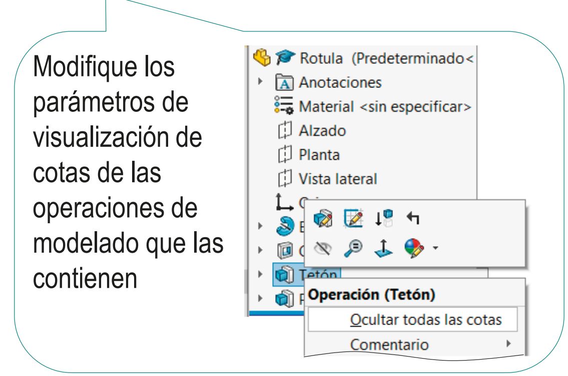
Observe que algunas cotas son difíciles de visualizar en el modelo:

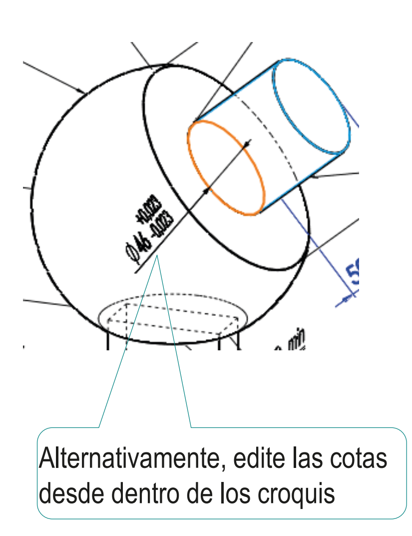
- Hay cotas que quedan "escondidas" dentro del material





- Las cotas contenidas en planos diferentes de los principales pueden quedar ocultas por defecto



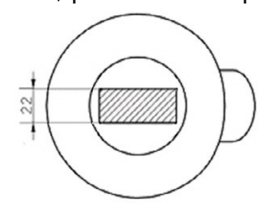


CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

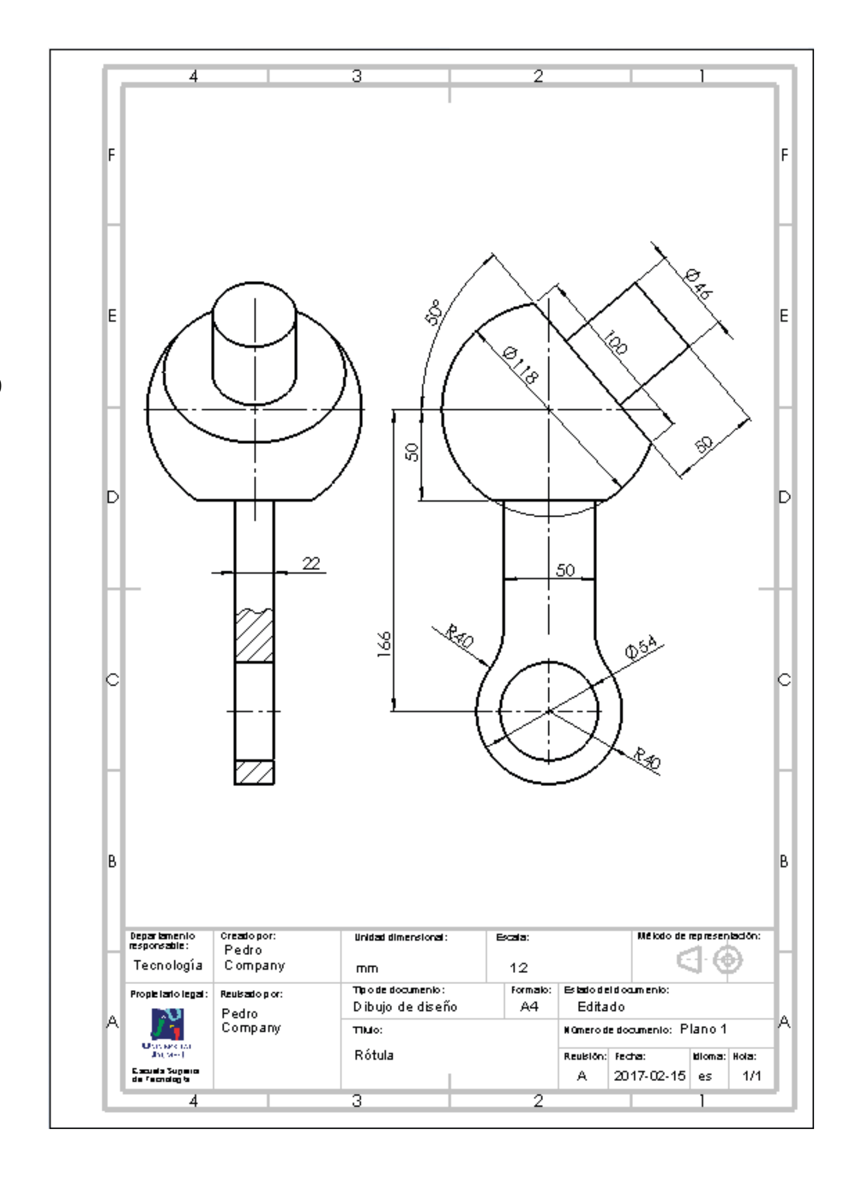
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Obtenga el dibujo de diseño de la rótula:

- Analice el objeto para determinar las vistas necesarias:
  - El alzado muestra las tres partes que componen la pieza, y permite incluir casi todas las cotas que especifican su tamaño
  - La vista lateral muestra el espesor de la palanca inferior, así como su colocación simétrica respecto a la bola de la rótula
  - Se puede añadir como tercera vista una planta inferior cortada, que aporta claridad, pero no es imprescindible



- Obtenga el dibujo de diseño:
  - Cree un dibujo nuevo
  - Extraiga las vistas y cortes del modelo
  - Extraiga las cotas del modelo



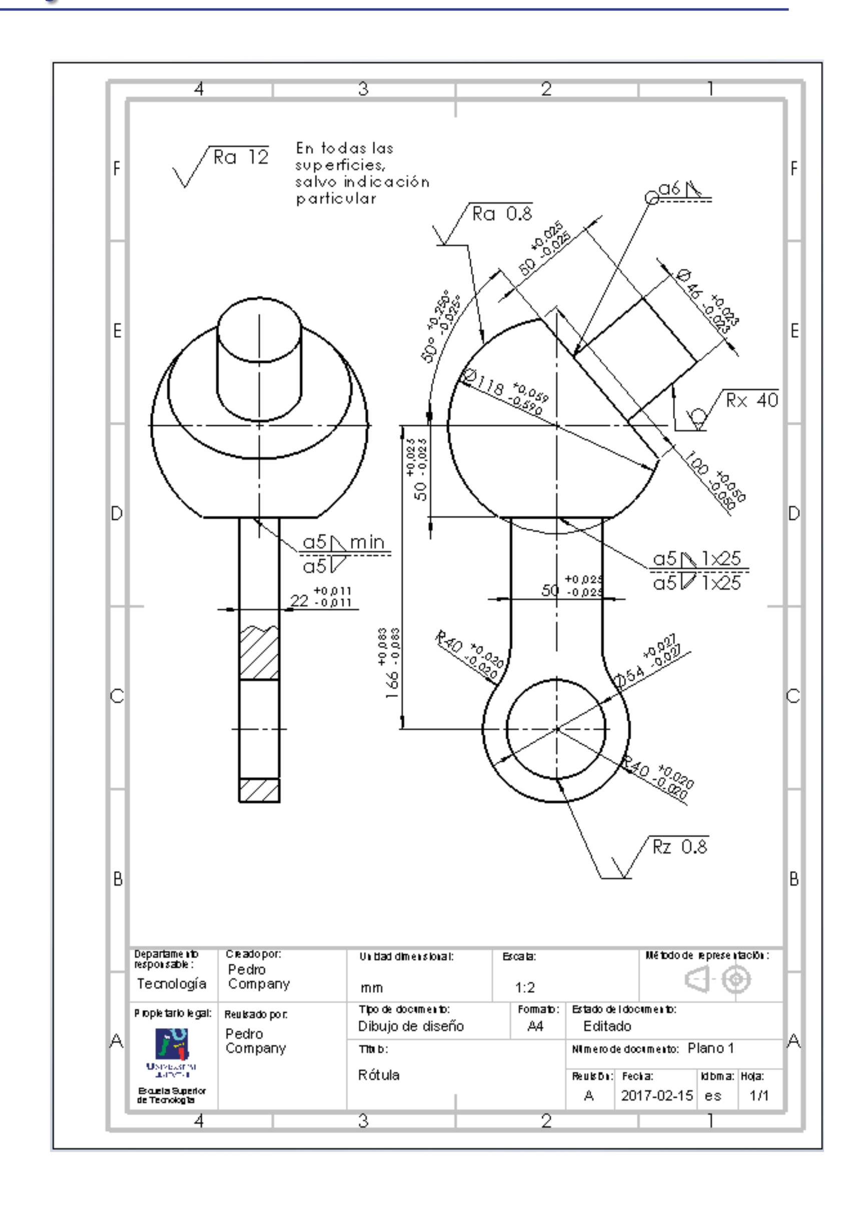
ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujo constructivo

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Extrayendo las anotaciones del modelo al dibujo se obtiene el siguiente dibujo constructivo:

- La geometría nominal está representada mediante las vistas y cortes
- El procedimiento constructivo de soldadura está indicado mediante la simbología propia
- Los símbolos de rugosidad indican la calidad requerida para las superficies
- Las cotas indican el tamaño nominal de las diferentes partes de la pieza
- Las tolerancias especifican las desviaciones de tamaño admisibles



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

1. Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

¡Conviene prever los procesos de fabricación, para modelar teniéndolos en cuenta!

2. Antes de añadir las anotaciones a los modelos hay que definirlas

¡Para lo que es fundamental conocer la "sintaxis" definida en las normas!

3. Los diferentes editores de anotaciones de fabricación (PMI y GPS) ayudan a crear los símbolos y vincularlos al modelo

¡Hay que gestionar las vistas de anotación, porque los modelos anotados es fácil que resulten ilegibles!

4. Los dibujos funcionales se obtienen exportando indicaciones de fabricación a los dibujos de diseño

¡Las anotaciones del modelo se pueden exportar directamente al dibujo!

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Evaluación: válido

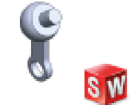
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

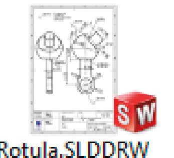
Haga las siguientes comprobaciones para confirmar que los *documentos anotados* son válidos:

#	Criterio
N1	**El documento anotado es válido**
N1.1	Tanto el fichero del documento anotado como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
N1.2	El fichero del documento anotado puede ser abierto
N1.3	El fichero del documento anotado puede ser usado

√ Compruebe que pueden encontrar los ficheros con extensión SLDPRT y SLDDRW

√ Use el explorador de ficheros para comprobar que se ha "empaquetado" el fichero del modelo junto con el de dibujo

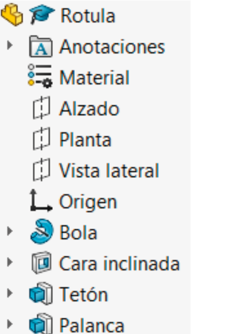


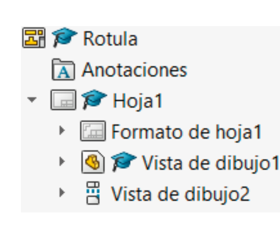



√ Compruebe que los ficheros contienen la información esperada

√ Trate de reabrirlos en otro ordenador

√ Compruebe que los árboles del modelo y del dibujo estén libre de errores





ISBN: 978-84-18951-43-5

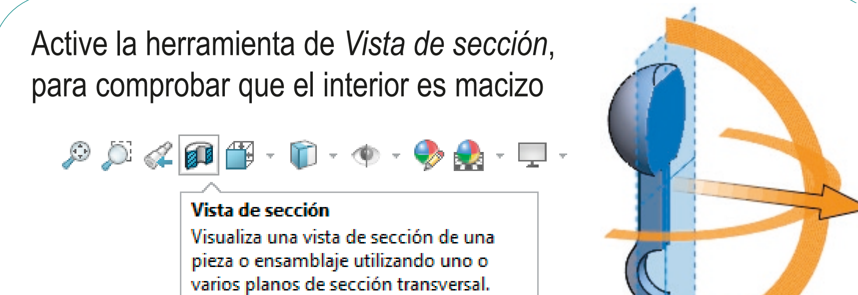
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Evaluación: completo

Haga las siguientes comprobaciones para confirmar que el *modelo* está completo:

#	Criterio
M2	**El modelo está completo**
M2.1	El modelo replica la forma de la pieza
M2.1a	El modelo tiene la misma topología (sólido, lámina, cáscara) que la pieza
M2.1b	El modelo replica la geometría de la pieza
M2.2	El modelo replica el tamaño de la pieza
M2.2a	El modelo utiliza las unidades apropiadas
M2.2b	El modelo replica las medidas de la pieza

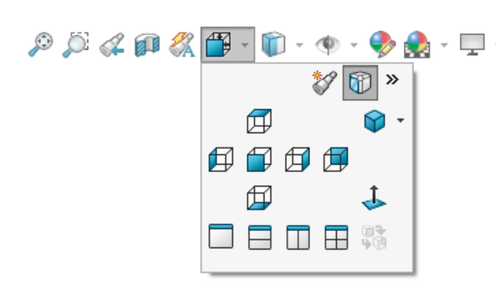
√ Compruebe que el cuerpo es sólido

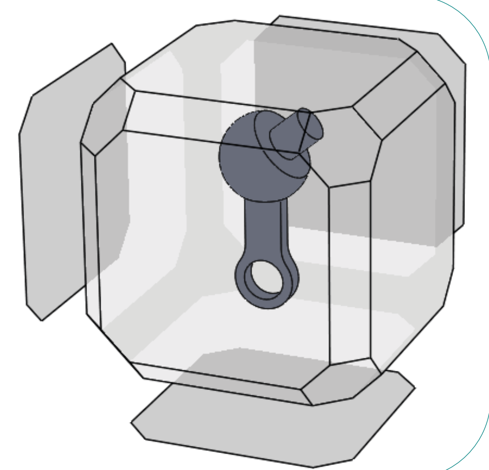


Evaluación: completo

√ Compruebe que el sólido tiene la forma deseada

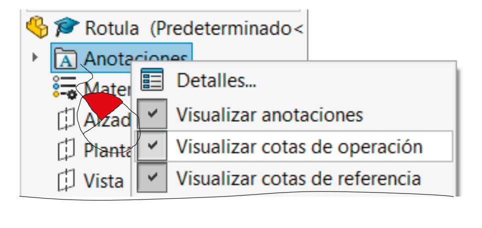
Cambie el punto de vista para comprobar visualmente el aspecto de la pieza

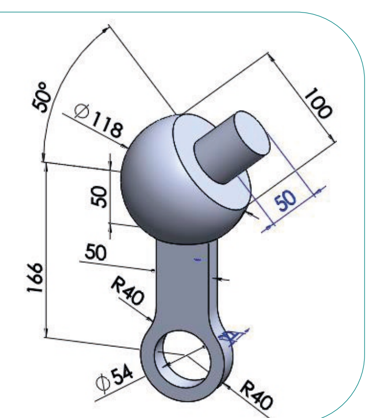




√ Compruebe que las dimensiones son correctas

Revise los croquis, o *Visualice la cotas*, para comprobar las medidas del modelo





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Evaluación: completo

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

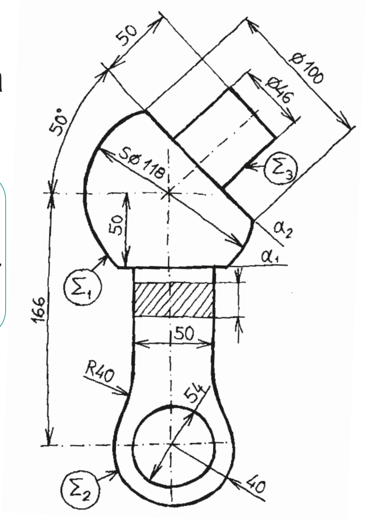
Puede comprobar mediante los siguientes criterios que el *dibujo* está completo:

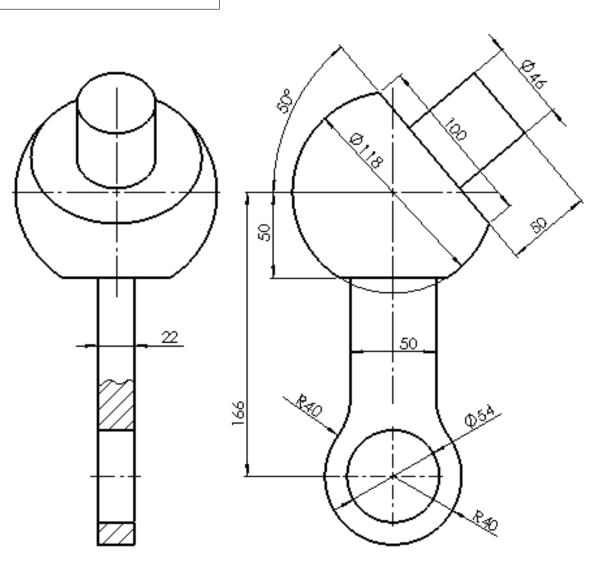
#	Criterio
Dp2	**El dibujo de pieza está completo**
Dp2.1	Las vistas muestran completamente todos los elementos exteriores de la pieza
Dp2.2	Los cortes muestran completamente todos los elementos interiores de la pieza
Dp2.3	Se han incluido los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria necesarias
Dp2.4	Las cotas muestran todas las dimensiones de la pieza

√ Compruebe que las vistas son equivalentes a las del diseño facilitado

No se usan las mismas vistas, porque las vistas superpuestas son complicadas de obtener por extracción desde el modelo

√ Compruebe que las cotas coinciden con las del diseño facilitado





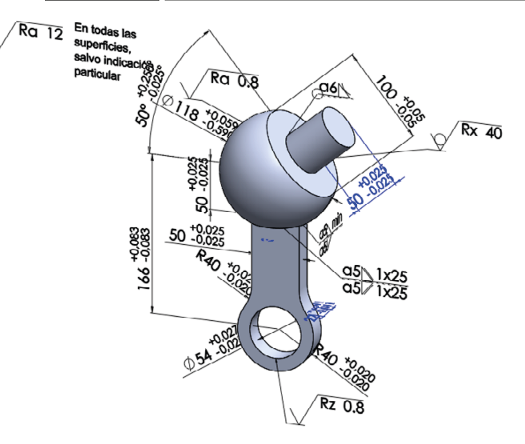
Evaluación: completo

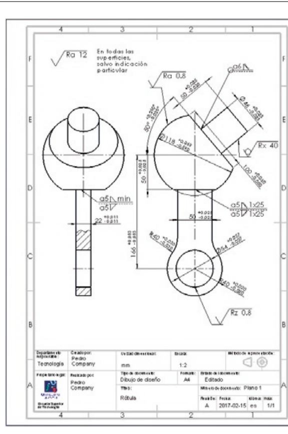
Puede comprobar mediante los siguientes criterios que las *anotaciones* están completas:

#	Criterio
N2	**El documento anotado está completo**
N2.1	El documento anotado incluye todos los modelos, ensamblajes y dibujos necesarios para dar sentido a las anotaciones
N2.1a	El documento anotado incluye todos los modelos requeridos
N2.1b	El documento anotado incluye todos los ensamblajes requeridos
N2.1c	El documento anotado incluye todos los dibujos requeridos
N2.2	El documento anotado incluye todas las anotaciones requeridas
N2.2a	El documento anotado incluye todas las anotaciones de geometría requeridas
N2.2b	El documento anotado incluye todas las anotaciones de fabricación requeridas
N2.2c	El documento anotado incluye todas las anotaciones de diseño requeridas

√ Ya se ha comprobado que el modelo y el dibujo están completos

√ Haga una inspección visual para comprobar que tanto el modelo como el dibujo incluyen todas las anotaciones requeridas





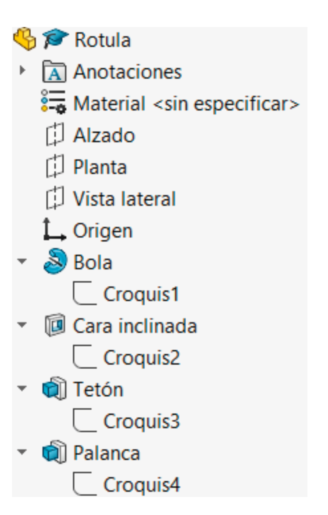
Evaluación: consistente

Puede comprobar que el *modelo* es consistente mediante los siguientes criterios:

#	Criterio
M3	**El modelo es consistente**
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos
M3.1a	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas
M3.1b	Los perfiles están completamente restringidos
M3.2	El modelo está bien vinculado al sistema global de referencia y a un conjunto de datums apropiados
M3.2a	El modelo está alineado y orientado respecto al sistema global de referencia
M3.2b	El modelo usa datums apropiados (que definen un andamio/ esqueleto que ayuda a construir y editar el modelo)
M3.3	Todas las partes del modelo están correctamente fusionadas

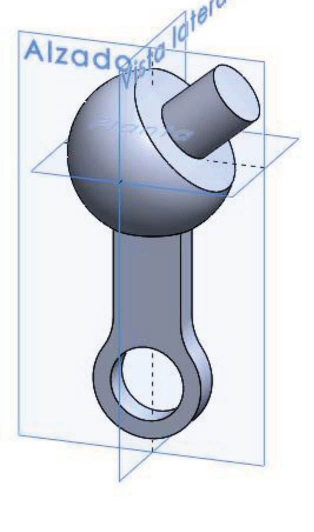
√ Abra e inspeccione los croquis, para comprobar que están libres de líneas duplicadas o segmentadas

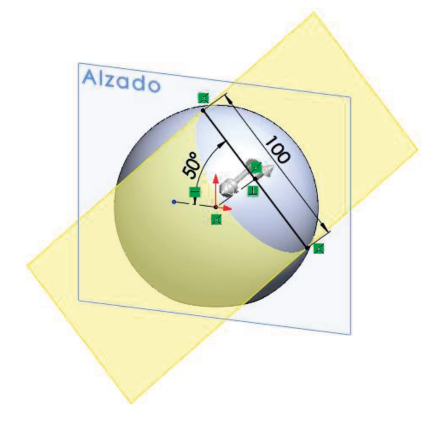
√ Compruebe en el árbol del modelo que todos los croquis están completamente restringidos



Evaluación: consistente

√ Mostrando los planos de referencia se observa que el modelo está bien orientado

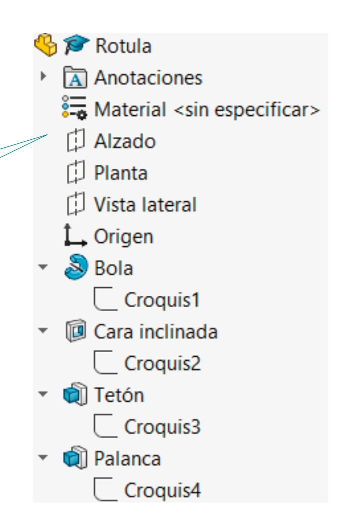




√ El único datum implícito empleado es el plano de corte oblicuo de la esfera

√ Revisando el árbol del modelo, se comprueba que las partes se han fusionado, y el resultado es un único sólido

Cuando el modelo está fragmentado en diversos cuerpos, se muestra una carpeta de "*Sólidos*" en el árbol del modelo

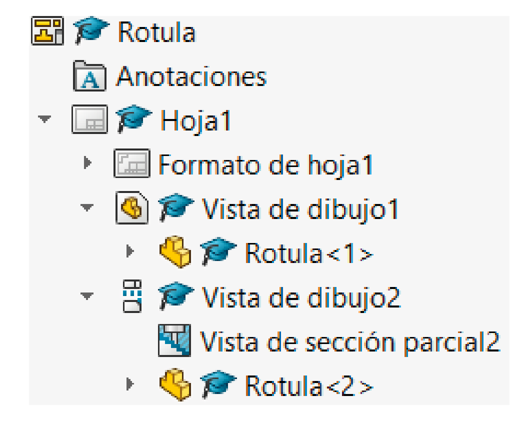


Evaluación: consistente

Puede comprobar que el *dibujo* es consistente mediante los siguientes criterios:

#	Criterio
Dp3	**El dibujo de pieza es consistente**
Dp3.1	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria), están extraídas del modelo
Dp3.1a	Las vistas (incluso las cortadas) están extraídas del modelo y vinculadas a él
Dp3.1b	El dibujo minimiza los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria delineadas manualmente
Dp3.2	Las cotas están vinculadas al modelo
Dp3.3	Tanto las representaciones geométricas como las cotas cumplen las normas UNE o ISO
Dp3.3a	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria), cumplen las normas UNE o ISO
Dp3.3b	Las cotas cumplen las normas UNE o ISO

√ Despliegue el árbol del dibujo para comprobar que las vistas están vinculadas a instancias de los modelos sólidos



Evaluación: consistente

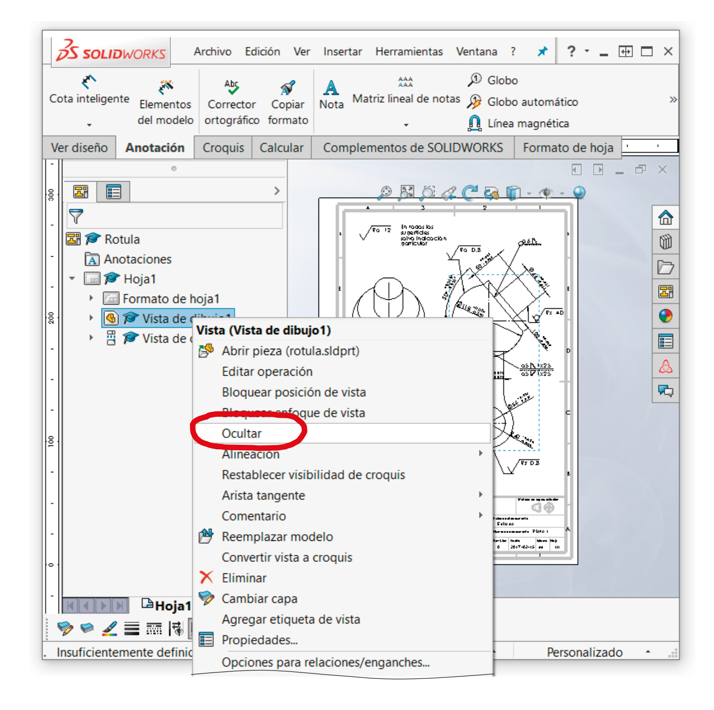
- Tarea
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones
- **Evaluación**
  - Válido
  - Completo
  - **Consistente**
  - Conciso
  - Claro
  - Int. de diseño

√ Compruebe que el dibujo no tiene elementos delineados

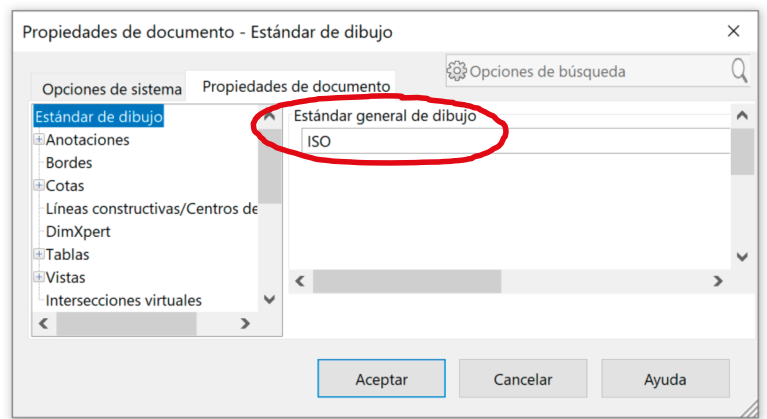
√ Oculte las vistas listadas en el árbol del dibujo

√ Compruebe que en el dibujo no quedan líneas "huérfanas"

√ Vuelva a visualizar las vistas



√ Compruebe que las opciones del sistema están configuradas con las normas apropiadas

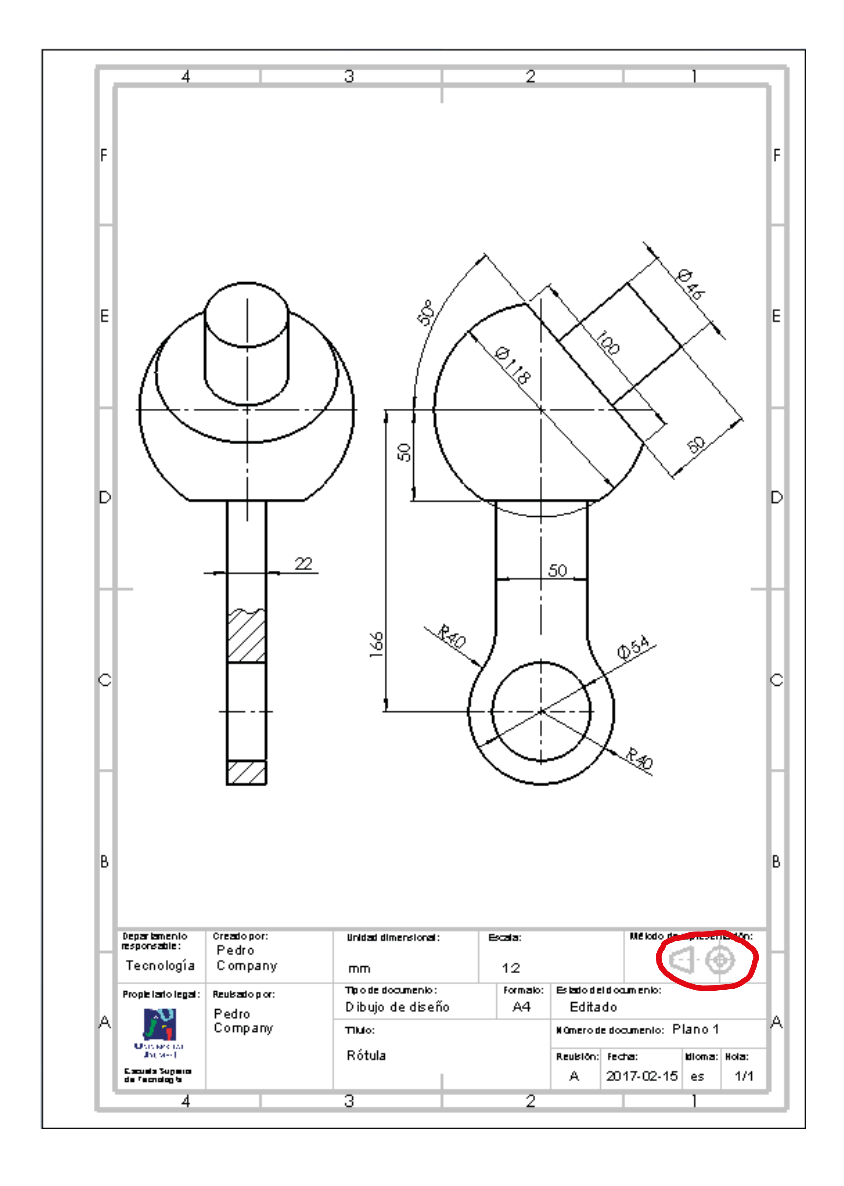


CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Evaluación: consistente

- Revise el tipo de representación:
  - Compruebe que el tipo de proyección usado corresponde con el indicado en el bloque de títulos
  - Compruebe que el símbolo añadido para indicar la proyección multivista del primer diedro es correcto



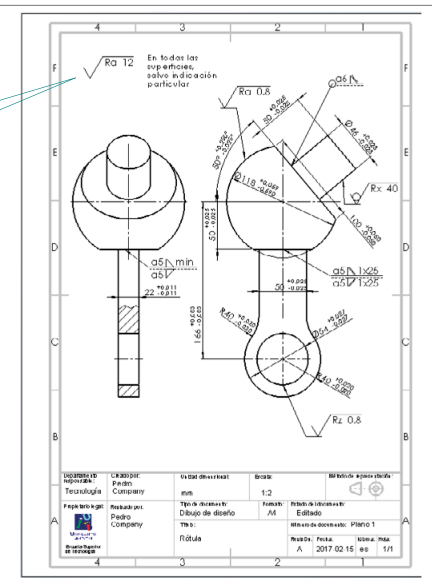
Evaluación: consistente

Puede comprobar que las *anotaciones* son consistentes mediante los siguientes criterios:

#	Criterio
N3	**Las anotaciones del documento anotado son consistentes**
N3.1	Las anotaciones están bien vinculadas a los modelos, ensamblajes o dibujos
N3.1a	Cada anotación está presente en aquel documento principal que muestra la característica a controlar o la información a vincular
N3.1b	Cada anotación señala claramente el elemento con el que guarda relación
N3.2	Las anotaciones cumplen las normas aplicables
N3.2a	Los símbolos son apropiados para el tipo de anotación
N3.2b	Las leyendas y parámetros son apropiados para el tipo de anotación

√ Las anotaciones está colocadas sobre las vistas apropiadas

Las anotaciones generales no están vinculadas a ninguna vista



√ Las anotaciones cumplen los criterios de la norma UNE-EN ISO 1302:2002

Evaluación: conciso

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Evaluación

Válido

Completo

Consistente

Conciso

Claro

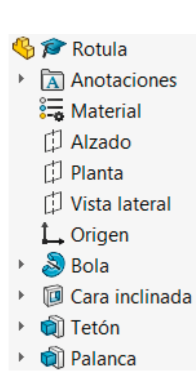
Int. de diseño

Evalúe si el *modelo* es conciso:

#	Criterio
M4	**El modelo es conciso**
M4.1	El modelo está libre de restricciones, operaciones de modelado o datums repetitivos o fragmentados
M4.1a	Los perfiles están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas
M4.1b	El modelo está libre de operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas
M4.1c	El modelo está libre de datums repetitivos o fragmentados
M4.2	Las operaciones de replicado basadas en patrones (trasladar-y-repetir, girar-y-repetir y simetría) se usan cuando es posible
M4.2a	Las operaciones de patrones (trasladar-y-repetir, rotar-y-repetir) se usan cuando es posible
M4.2b	Las operaciones de simetría se usan cuando es posible

√ No se detecta ninguna repetición ni fragmentación en el árbol del modelo

√ El modelo no contiene elementos repetidos que deban modelarse mediante patrones



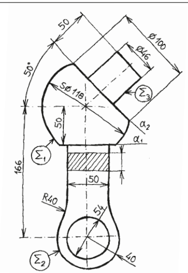
Evaluación: conciso

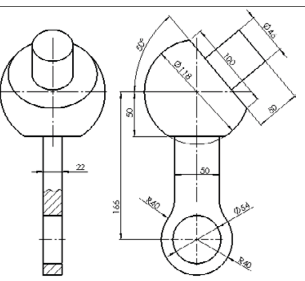
Puede comprobar mediante los siguientes criterios que el *dibujo* es conciso:

#	Criterio
Dp4	**El dibujo de pieza es conciso**
Dp4.1	El dibujo está libre de vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas innecesarias para mostrar el modelo
Dp4.1a	El dibujo está libre de vistas que no ayudan a mostrar el exterior del modelo
Dp4.1b	El dibujo está libre de cortes que no ayudan a mostrar el interior del modelo
Dp4.1c	El dibujo está libre de geometría suplementaria que no ayuda a mostrar el modelo
Dp4.1d	El dibujo está libre de cotas que no ayudan a mostrar las dimensiones del modelo
Dp4.2	El dibujo está libre de redundancias en vistas, cortes, geometría suplementaria o cotas
Dp4.2a	El dibujo está libre de vistas redundantes
Dp4.2b	El dibujo está libre de cortes redundantes
Dp4.2c	El dibujo está libre de geometría suplementaria redundante
Dp4.2d	El dibujo está libre de cotas redundantes

√ Compruebe que han usado las vistas equivalentes a la del diseño facilitado

√ Compruebe que han usado las mismas cotas que en el diseño facilitado





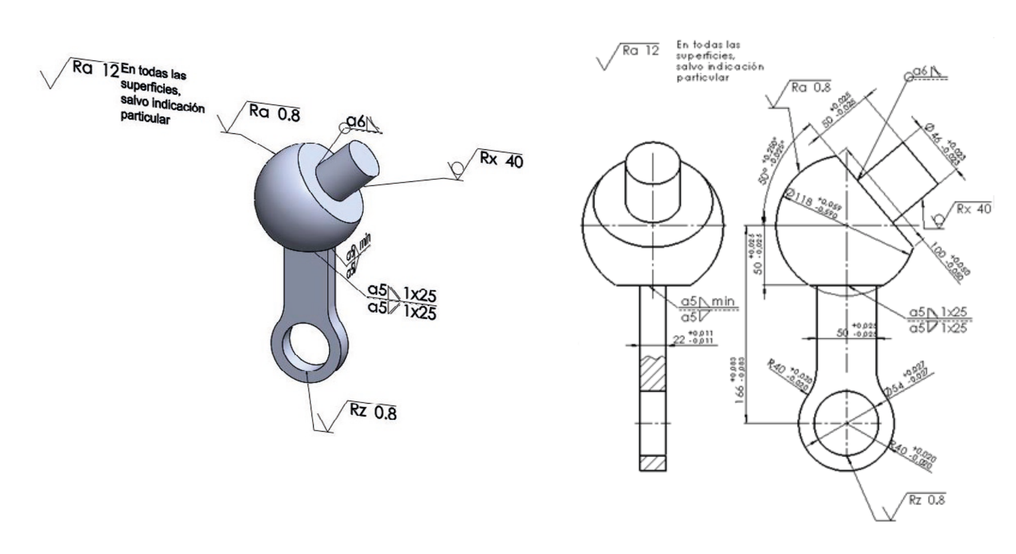
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Puede comprobar mediante los siguientes criterios que las *anotaciones* son concisas:

#	Criterio
N4	**Las anotaciones del documento anotado son concisas**
N4.1	No hay anotaciones repetidas o redundantes
N4.1a	Todas las anotaciones aportan información diferente al resto
N4.1b	Las anotaciones que se muestran en diferentes documentos vinculados, están también vinculadas entre sí
N4.2	No hay anotaciones innecesarias o irrelevantes
N4.2a	Todas las anotaciones aportan información necesaria
N4.2b	Todas las anotaciones aportan información relevante

- Inspeccione el modelo y el dibujo para comprobar que las anotaciones de fabricación no están duplicadas
- Inspeccione el modelo y el dibujo para comprobar que no haya ninguna anotación innecesaria



Evaluación: claro

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Evaluación

Válido

Completo

Consistente

Conciso

Claro

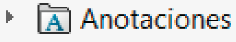
Int. de diseño

Evalúe si el *modelo* es claro:

#	Criterio
M5	**El modelo es claro**
M5.1	El árbol del modelo es comprensible (porque las operaciones de modelado están etiquetadas y agrupadas)
M5.1a	Las etiquetas de las operaciones de modelado enfatizan su función
M5.1b	Las operaciones de modelado relacionadas se agrupan en el árbol del modelo, para enfatizar las relaciones padre-hijo
M5.2	El modelo usa preferentemente operaciones de modelado compatibles y de diseño/fabricación
M5.2a	Se usan preferentemente las operaciones de modelado más compatibles
M5.2b	Se usan preferentemente las operaciones de modelado vinculadas a características de diseño/fabricación

- √ Compruebe que las operaciones de modelado están etiquetadas
- √ Compruebe que se han usado las operaciones de modelado más simples: extrusiones y revoluciones
- √ Compruebe que no ha sido necesarios utilizar características de fabricación porque no hay redondeos, y el único taladro se ha modelado junto con la palanca









Planta

Vista lateral

Origen

Bola

Cara inclinada

Tetón

Palanca

Evaluación: claro

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
- Válido
- Completo
- Consistente
- Conciso
- **Claro**
- Int. de diseño

Los criterios para obtener un *dibujo* de pieza claro pueden comprobarse como sigue:

#	Criterio
Dp5	**El dibujo de pieza es claro**
Dp5.1	El formato de hoja es correcto
Dp5.2	El documento del dibujo está bien identificado
Dp5.3	El contenido del dibujo de pieza está bien presentado
Dp5.3a	Los tipos de líneas son correctos
Dp5.3b	La colocación de las vistas, los cortes, la geometría suplementaria y las cotas favorece la lectura del dibujo

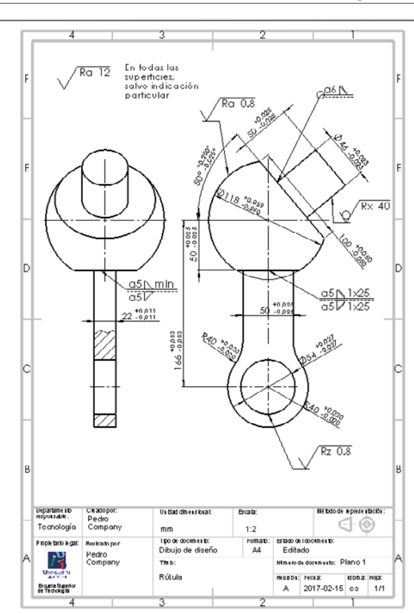
√ Compruebe que la hoja no son ni demasiado grande, ni demasiado pequeña

√ Compruebe que la hoja incluye el recuadro y el bloque de títulos

√ Compruebe que las líneas del dibujo tienen los grosores y tipos apropiados

√ Compruebe que las vistas están centradas en el papel, y convenientemente separadas entre ellas

Incluso después de añadir las anotaciones



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

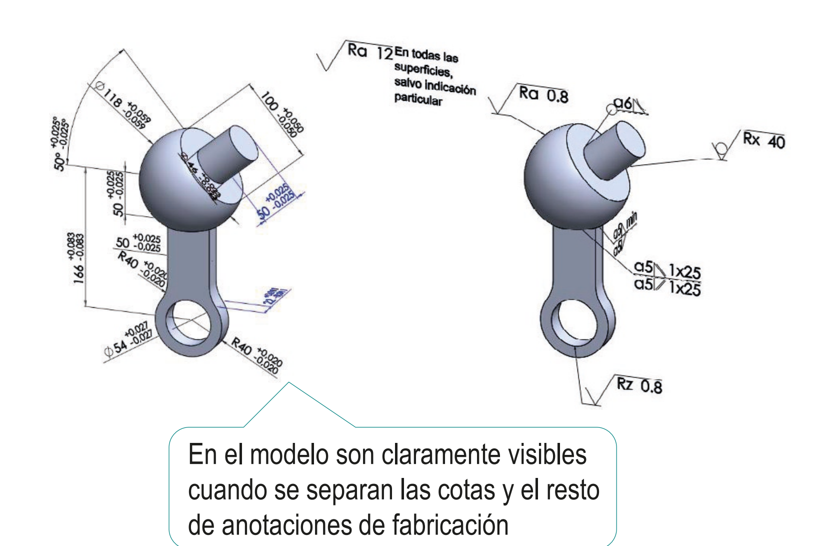
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Evaluación: claro

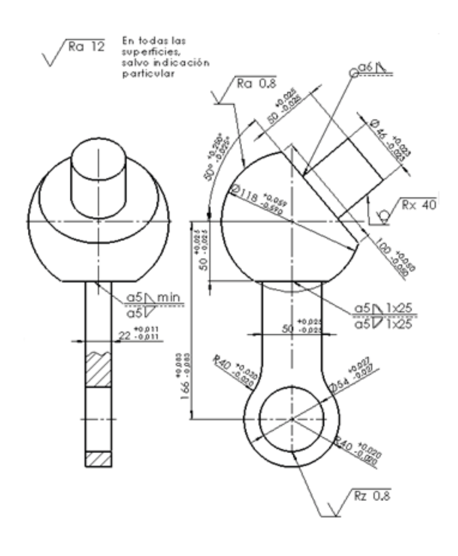
Los criterios para obtener unas *anotaciones* claras pueden comprobarse como sigue:

- Compruebe que las anotaciones son visibles, y no se solapan

#	Criterio
N5	**Las anotaciones del documento anotado son claras**
N5.1	Las anotaciones están colocadas evitando solapes y maximizando su visibilidad
N5.1a	No se producen solapes entre las anotaciones y la geometría, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
N5.1b	No se producen solapes entre anotaciones, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
N5.2	Las anotaciones están agrupadas en vistas de anotación coherentes
N5.2a	Todas las anotaciones están agrupadas
N5.2b	Los grupos de notas son coherentes con la dirección de visualización predominante



En el modelo son claramente visibles cuando se separan las cotas y el resto de anotaciones de fabricación



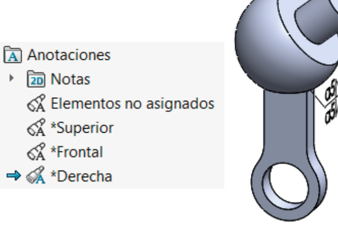
ISBN: 978-84-18951-43-5

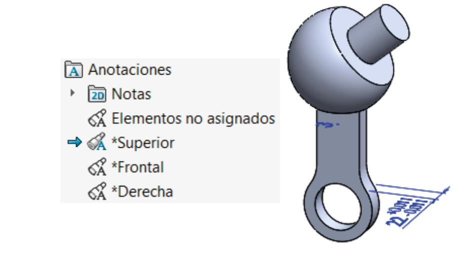
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Evaluación: claro

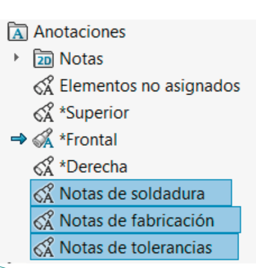
√ Compruebe que las anotaciones, están vinculadas a las vistas más apropiadas

√ Active las diferentes vistas de anotación por separado, para comprobar que contienen las anotaciones que les corresponden

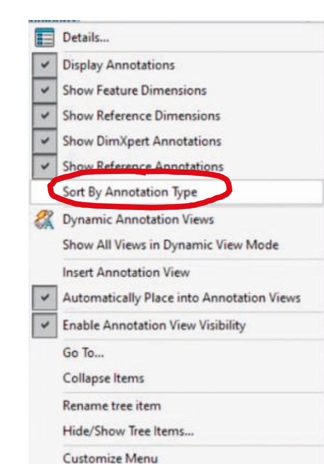


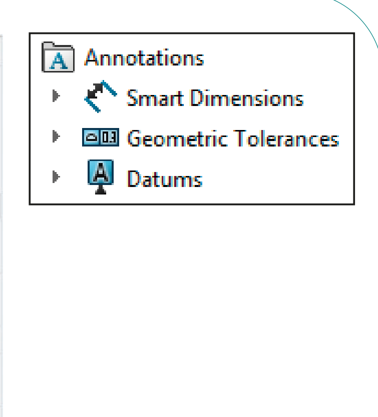


√ Alternativamente, defina vistas de anotación para cada tipo de notas diferentes



A partir de la versión de 2020, SolidWorks permite organizar las anotaciones por tipos automáticamente, lo que facilita las interrogaciones

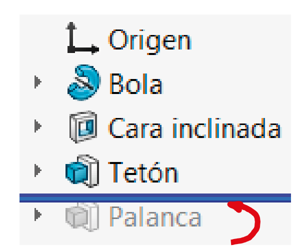


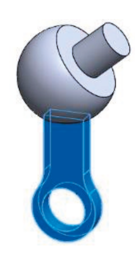


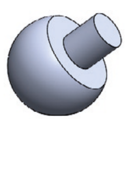
Evalúe si el *modelo* transmite intención de diseño:

#	Criterio
M6	**El modelo transmite intención de diseño**
M6.1	El árbol del modelo es como un "guion" que describe las características de la pieza y sus funcionalidades
M6.1a	La secuencia de modelado discurre desde las características principales hasta las auxiliares
M6.1b	Las etapas intermedias del proceso de modelado son útiles para entender el objeto
M6.2	El objeto se ha modelado sin perder ni transferir información de diseño
M6.2a	El objeto se ha modelado sin transferir cotas de diseño ni convertir cotas en restricciones geométricas
M6.2b	El objeto se ha modelado evitando perder simetrías y patrones
M6.3	El modelo es simultáneamente flexible (permite muchos cambios) y robusto (impide cambios catastróficos)
M6.3a	Los elementos funcionales se definen mediante operaciones de modelado independientes
M6.3b	Las relaciones padre/hijo del árbol del modelo están libres de dependencias innecesarias

√ Compruebe que moviendo la *Línea de retroceso* del árbol del modelo, se muestran sucesivamente las partes principales de la pieza (Σ_1, Σ_2 y Σ_3)



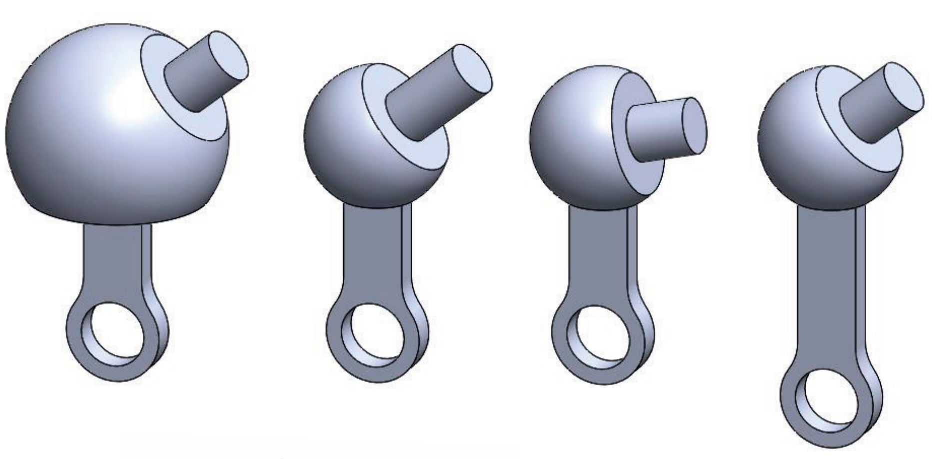




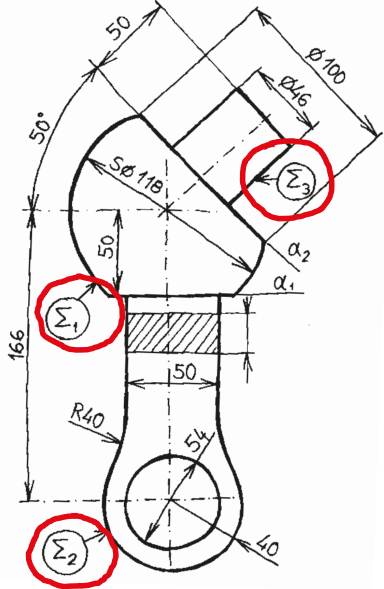
Evaluación: intención de diseño

- Evalúe si el modelo permite cambios y rediseños

Modifique las dimensiones principales, y compruebe que el modelo se regenera sin errores ni geometrías inesperadas



- Compruebe que todos los elementos funcionales de la pieza son fáciles de distinguir en el árbol del modelo



Rotula
Anotaciones
Material
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
Bola
Cara inclinada
Tetón
Palanca

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

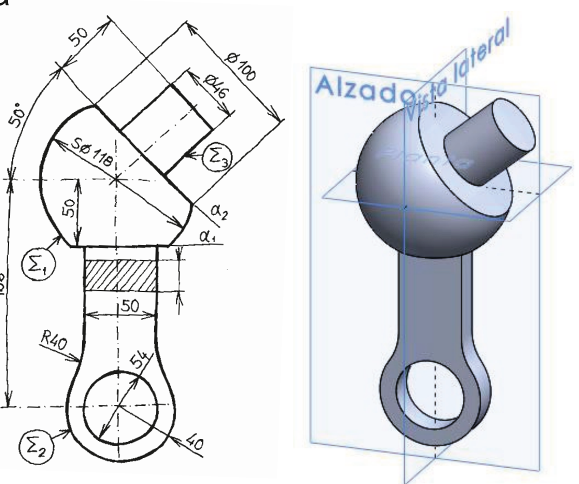
Evaluación: intención de diseño

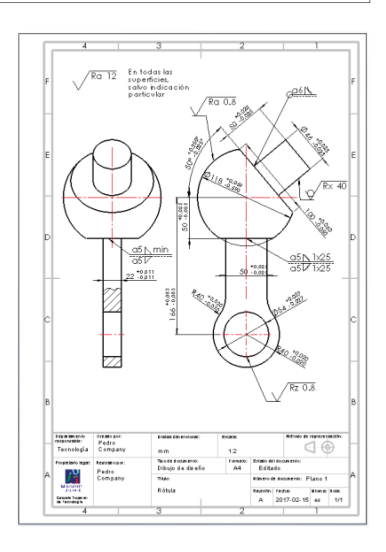
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

Puede comprobar los siguientes criterios para saber si el *dibujo* de pieza transmite intención de diseño:

- √ Compruebe que la pieza están orientadas igual que el diseño original
- √ Compruebe que se han añadido los ejes para indicar las simetrías

#	Criterio
Dp6	**El dibujo de pieza transmite intención de diseño**
Dp6.1	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas ayudan a resaltar la intención de diseño (orientación, simetría, etc.)
Dp6.1a	La orientación de la pieza ayuda a transmitir su funcionalidad
Dp6.1b	La disposición de las vistas, cortes y cotas ayuda a resaltar las simetrías y los patrones
Dp6.2	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas muestran los datos originales de diseño
Dp6.2a	El modelo se ha dibujado evitando perder cotas de diseño (no hay trasferencias de cotas)
Dp6.2b	El modelo se ha dibujado evitando ocultar simetrías y patrones





ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

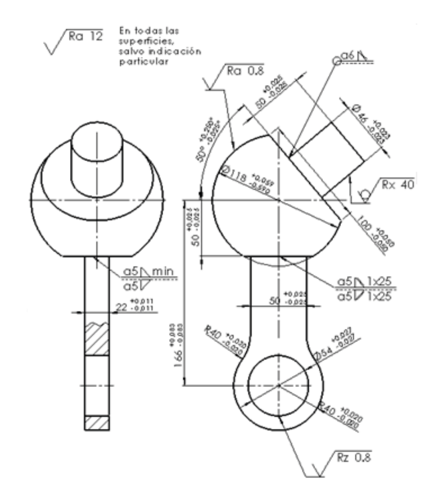
Evaluación: intención de diseño

Puede comprobar los siguientes criterios para saber si las *anotaciones* transmiten intención de diseño:

#	Criterio
N6	**Las anotaciones del documento anotado transmiten la intención de diseño**
N6.1	La ordenación de las anotaciones facilita la interrogación de las propiedades y atributos del producto referido en el documento
N6.1a	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre geometría
N6.1b	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre fabricación
N6.1c	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre criterios de diseño
N6.2	Las anotaciones ayudan a entender la relación del producto con la información que muestran
N6.2a	La colocación de las notas ayuda a entender sus relaciones mutuas, y sus relaciones con los productos
N6.2b	No hay “transferencia” de notas que altere la naturaleza de la información que se transmite, o su relación con el producto

√ En el caso del dibujo, dado que todas las anotaciones se pueden organizar sin solapes, es innecesario comprobar las posibilidades de interrogar al documento para filtrar las anotaciones

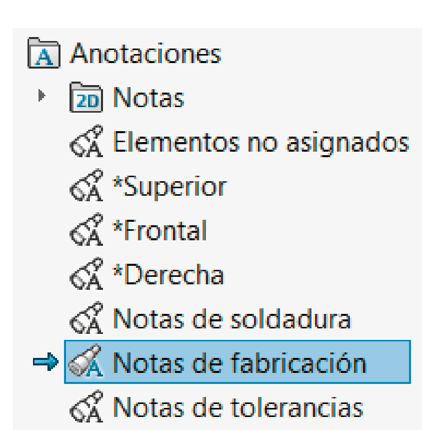
Se pueden mostrar todas las anotaciones simultáneamente

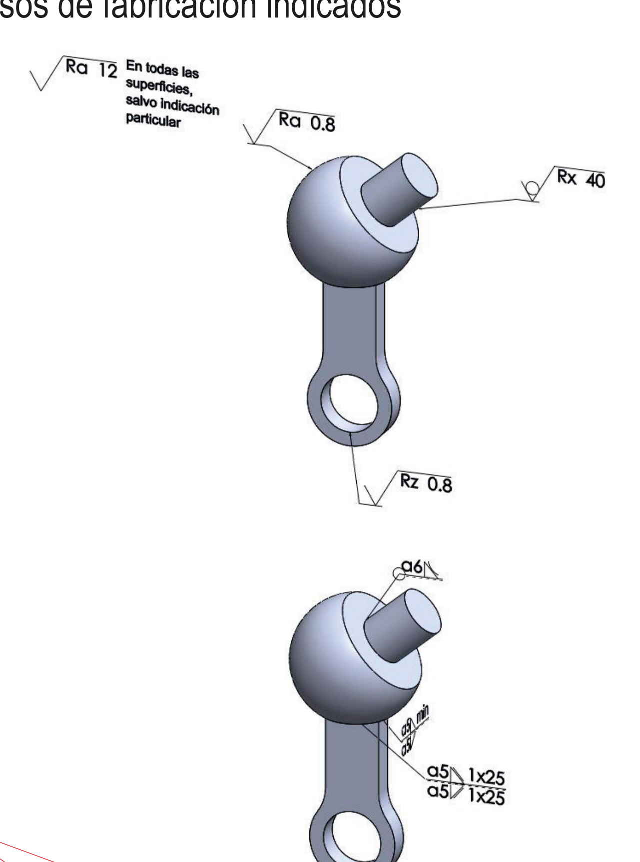


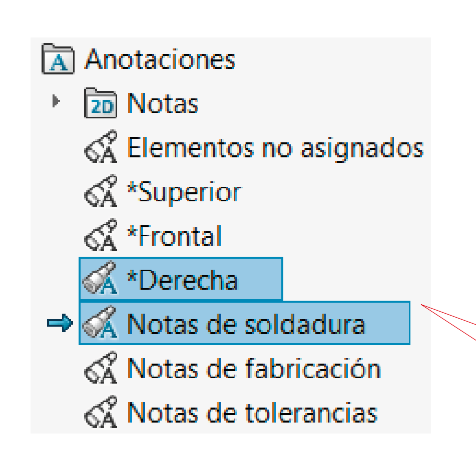
Evaluación: intención de diseño

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación
Válido
Completo
Consistente
Conciso
Claro
Int. de diseño

√ Respecto a las anotaciones del modelo, compruebe que cada anotación informa de uno de los procesos de fabricación indicados







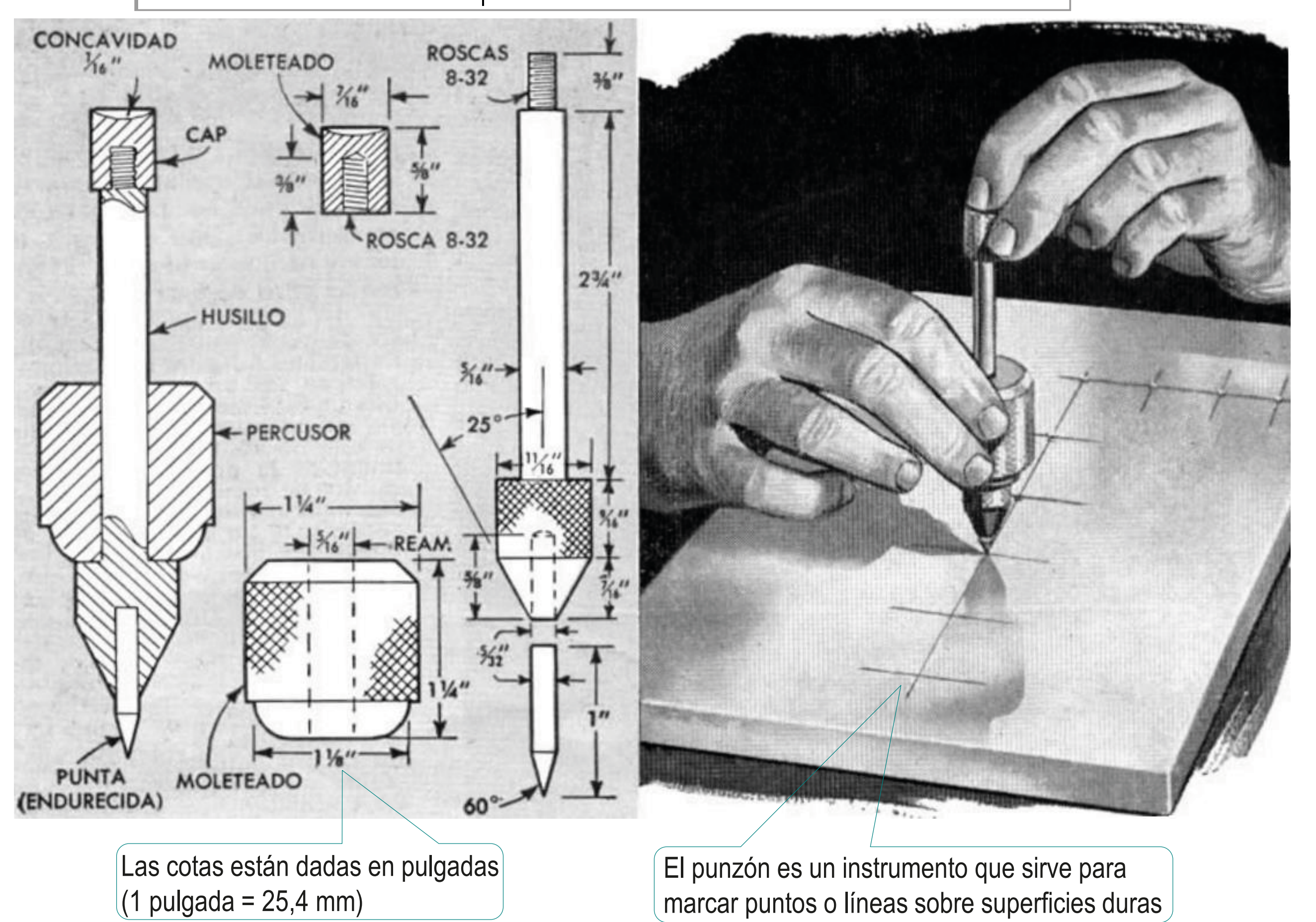
Observe que agrupar las notas por tipos, ignorando su orientación, no es siempre posible

Ejercicio 4.3.2. Punzón

Tarea

En la figura se incluye la información de diseño y fabricación de un punzón con contrapeso que hace de martillo

Fuente: Revista Mecánica Popular - Volumen 19 - Noviembre 1956 - Número 5



Tarea

Durante el diseño se han determinado algunos criterios que afectan al diseño y fabricación del objeto:

Los trazados pueden marcarse con más rapidez, empleando el punzón de centros que se muestra arriba, ya que no se necesita un martillo para efectuar las marcas. En vez, un contrapeso en el husillo se alza y deja caer a fin de que produzca un impacto lo suficientemente fuerte para hacer una marca en el trabajo.

El husillo y la punta reponible se hacen de acero de herramienta, mientras que el contrapeso y el sujetador en el extremo del husillo se hacen de acero dulce laminado en frío. Forme un moleteado fino en la base del husillo y coloque una rosca de 8-32 en el extremo opuesto. Luego, perfore la base por el centro para formar un agujero donde acomodar un trozo corto de varilla, el cual se introduce a presión dentro del agujero y se esmerila para formarle una punta de 60 grados.

El contrapeso se tornea de material de barra, se moletea en el exterior, se perfora en el centro y se escaria para que tenga un ajuste deslizante en el. husillo. Un tapón roscado que se adapte a la rosca de 8-32 formada en el husillo inmoviliza al contrapeso.

Fuente: Revista Mecánica Popular - Volumen 19 - Noviembre 1956 - Número 5

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Las tareas son:

A — A partir de las dimensiones y requisitos funcionales expuestos, obtenga los modelos sólidos de las piezas y el ensamblaje del conjunto

B — Obtenga los dibujos de fabricación de todas las piezas, incluyendo las indicaciones de fabricación especificadas

C — Determine, y añada en los dibujos, los siguientes ajustes:

- √ Ajuste holgado (agujero base) en la zona de contacto entre el husillo y el percusor
- √ Ajuste, de agujero base, con un aprieto máximo de 0,045 mm y una holgura máxima de 0,005 mm en la zona de contacto entre el husillo y la punta

En ambos ajustes deben indicarse tanto las tolerancias ISO como las desviaciones superior e inferior, y debe justificarse la elección de los ajustes, incluyendo un esquema claro de los mismos

Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

La estrategia consta de cuatro pasos:

1 Obtenga los modelos sólidos a partir de los datos de los dibujos de diseño

Para lo que es conveniente cambiar las unidades a pulgadas

2 Obtenga el ensamblaje

Permitiendo el movimiento del percusor

3 Extraiga los dibujos de diseño a partir de los modelos

4 Añada las anotaciones de fabricación

Para calcular las tolerancias deberá tener en cuenta la norma ANSI B4.2:1987 que adapta la norma UNE-EN ISO 286-1:2011

También deberá tener en cuenta los cambios de unidades que sean necesarios

Estrategia: modelos

Tarea

Estrategia

Ejecución

Modelos

Ensamblaje

Dibujos

Conclusiones

Antes de modelar, configure la aplicación para trabajar en pulgadas

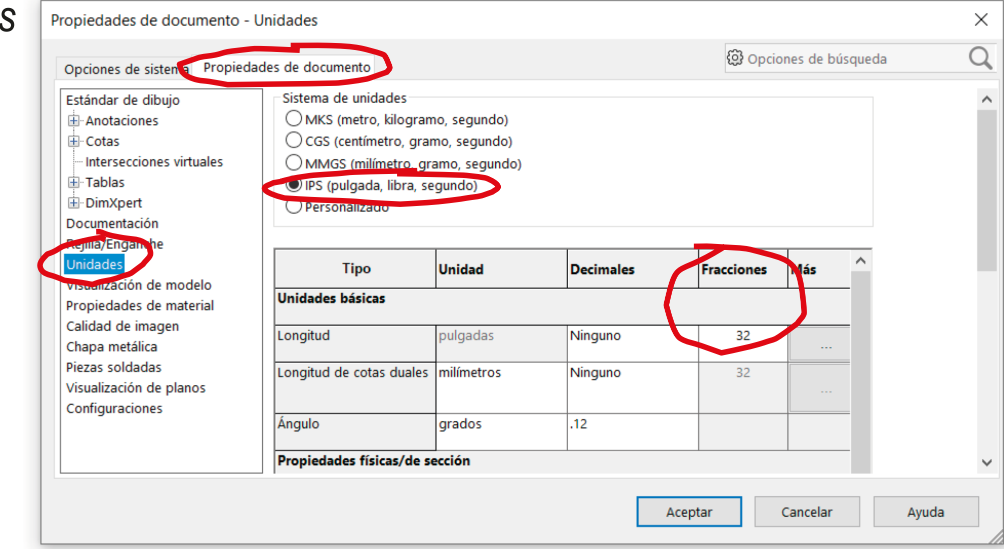
√ Seleccione *Propiedades*

√ Seleccione *Propiedades de documento*

√ Seleccione *Unidades*

√ Seleccione *IPS*

√ Escriba “32” en la casilla de fracciones



Para que las fracciones superiores a 1/32 se muestren como fracciones, y no como números decimales

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

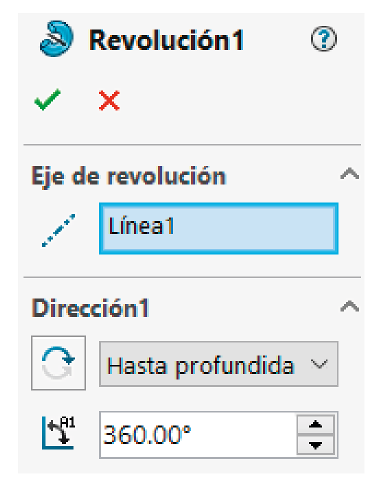
Estrategia: modelos

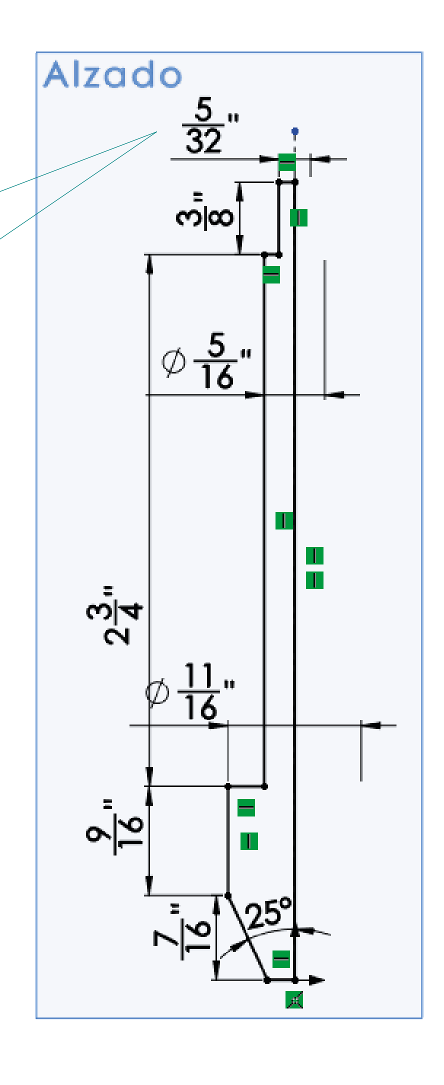
Para modelar el husillo:

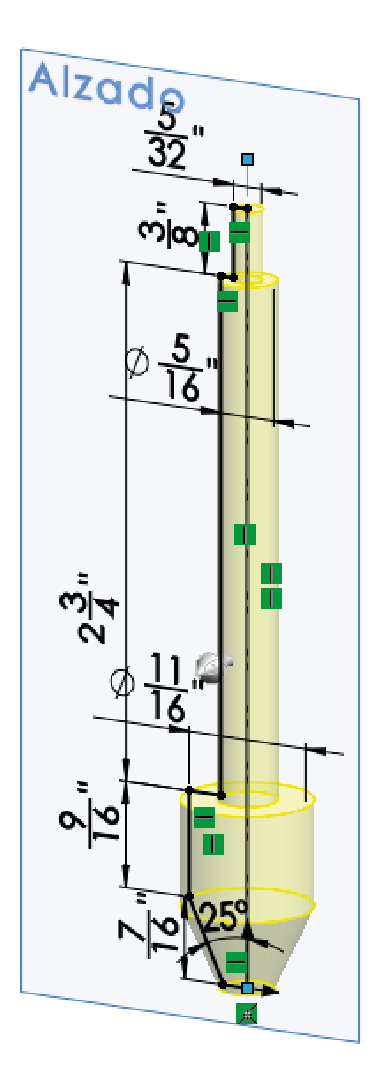
√ Dibuje y restrinja el perfil

La rosca del diseño es de tipo UTS, y medida #8-32, lo que implica que el diámetro del cilindro a roscar es de 0.1640” (5/32)

√ Obtenga el sólido por revolución

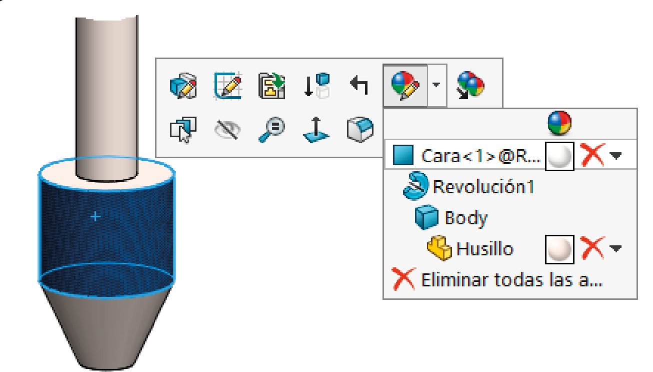


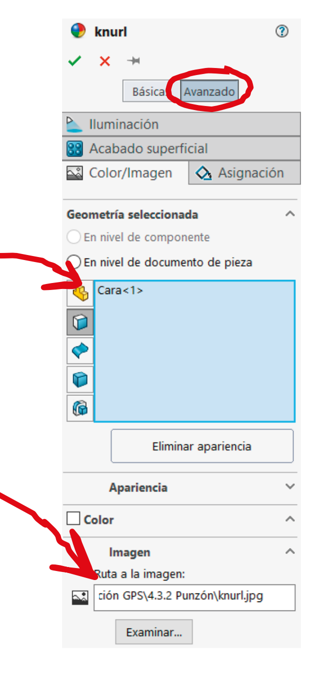


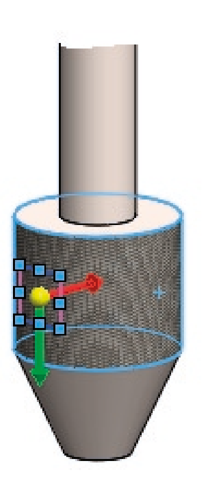


Estrategia: modelos

- Añada una textura de moleteado
  - Seleccione la cara
  - Seleccione *Apariencia* en el menú contextual
  - Seleccione la apariencia de la cara
  - Seleccione el modo *Avanzado*
  - Compruebe que está seleccionada sólo la cara
  - Seleccione el fichero que contenga la apariencia deseada







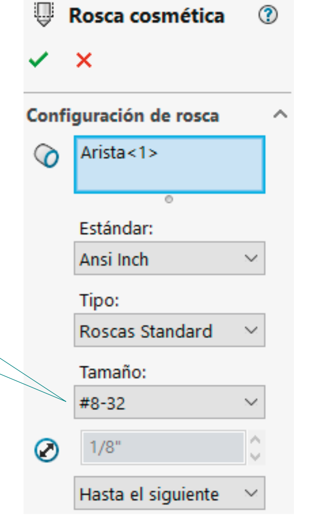
ISBN: 978-84-18951-43-5

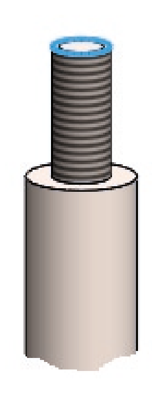
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia: modelos

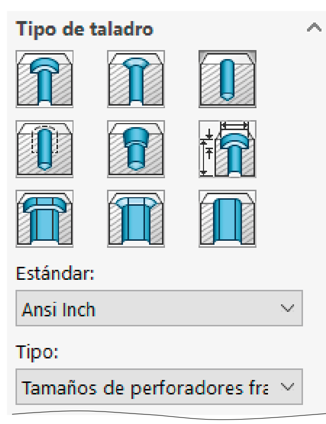
√ Añada una rosca cosmética en la parte superior

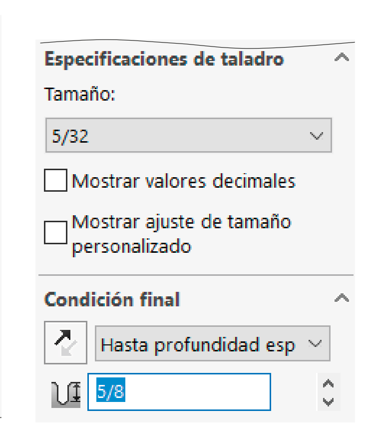
La rosca del diseño es de tipo UTS, y medida #8-32

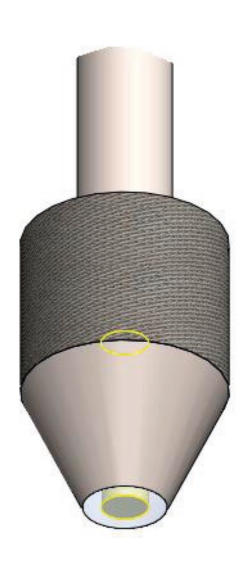




√ Añada una taladro ciego en la parte inferior







Estrategia: modelos

Para modelar el percutor:

√ Dibuje y restrinja el perfil

√ Obtenga el cuerpo por revolución

√ Añada el moleteado como textura

√ Añada el taladro

√ Añada el chaflán

Estándar:
Ansi Inch
Tipo:
Tamaños de perforadores frac
Especificaciones de taladro
Tamaño:
5/16
Mostrar valores decimales
Mostrar ajuste de tamaño personalizado
Condición final
Por todo

Parámetros de chaflán
Arista<1>
Ángulo-Distancia
Distancia-Distancia
Vértice
Invertir dirección
1/8"
45.00°

Distancia: 1/8"
Ángulo: 45°

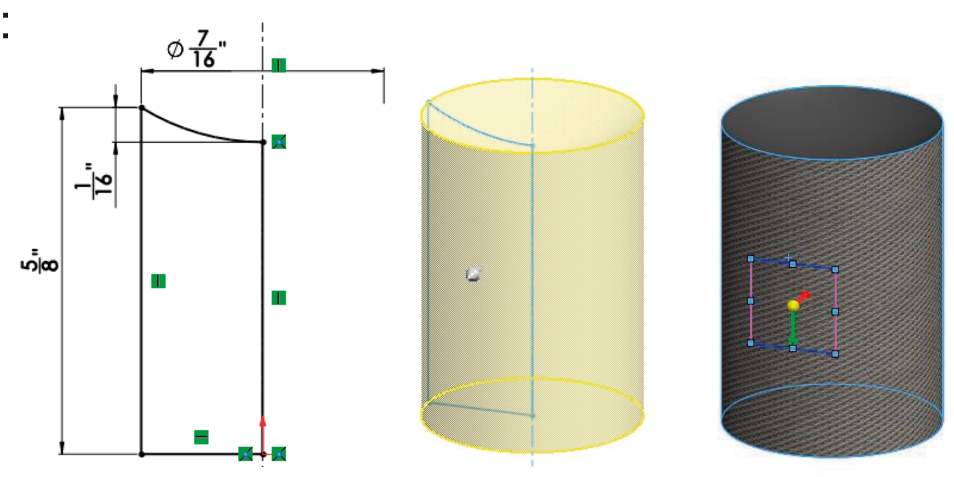
Estrategia: modelos

Para modelar el tapón:

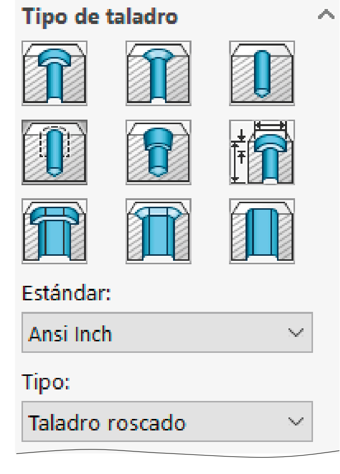
√ Dibuje y restrinja el perfil

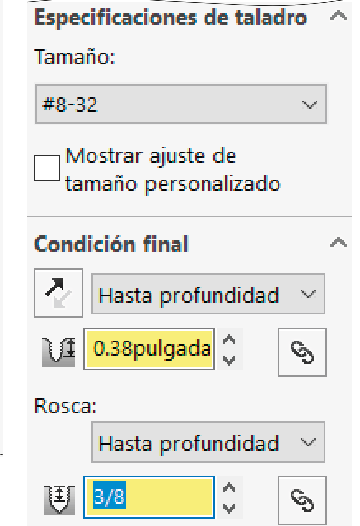
√ Obtenga el cuerpo por revolución

√ Añada una textura de moleteado



√ Añada un taladro ciego roscado





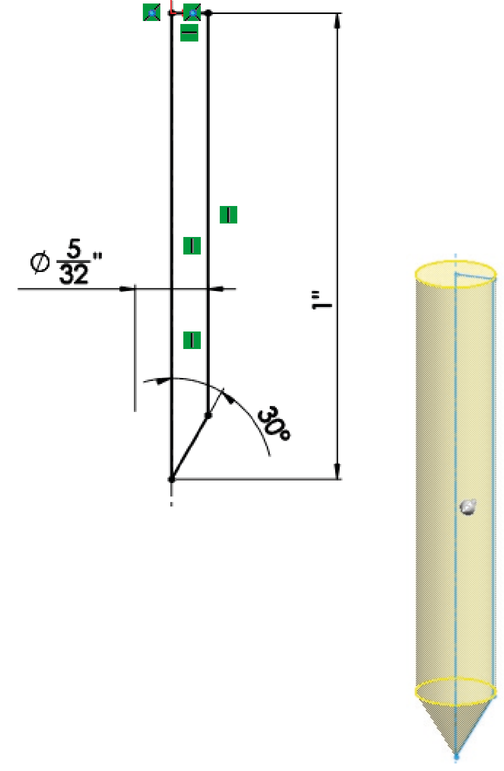


Estrategia: modelos

Para modelar la punta:

√ Dibuje y restrinja el perfil

√ Obtenga el cuerpo por revolución



Estrategia: ensamblaje

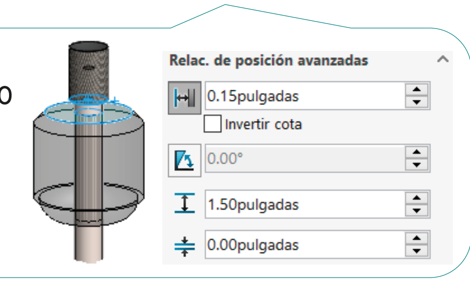
El ensamblaje se obtiene con las siguientes condiciones de emparejamiento:

- √ El husillo es la pieza base

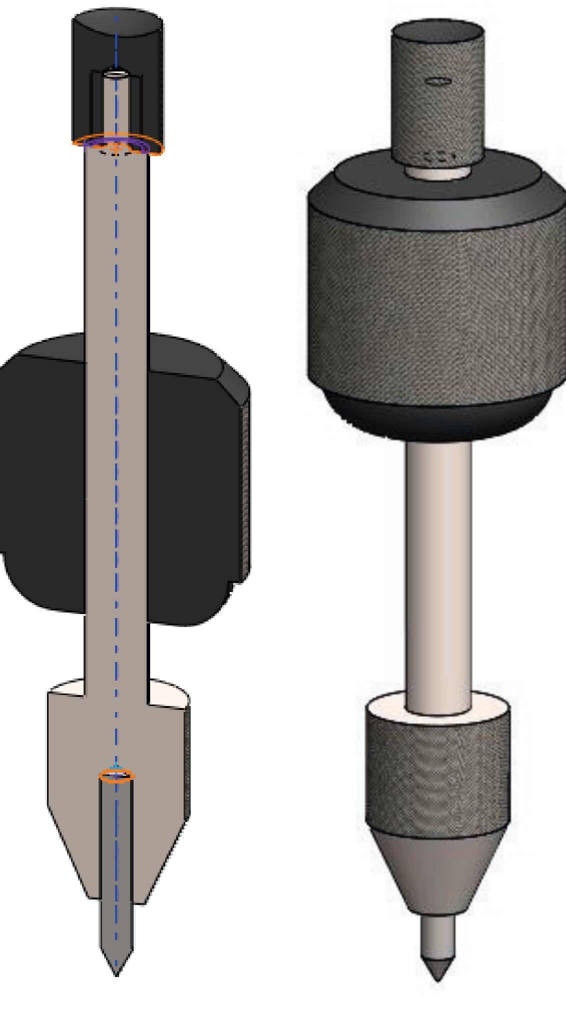
  Se vincula al origen de coordenadas

- √ La circunferencia de la base superior de la punta coincide con la circunferencia del fondo del agujero del husillo
- √ El agujero del percusor es concéntrico con la varilla del husillo
- √ La altura del percusor es arbitraria

Se pueden añadir un emparejamiento avanzado para controlar el desplazamiento máximo

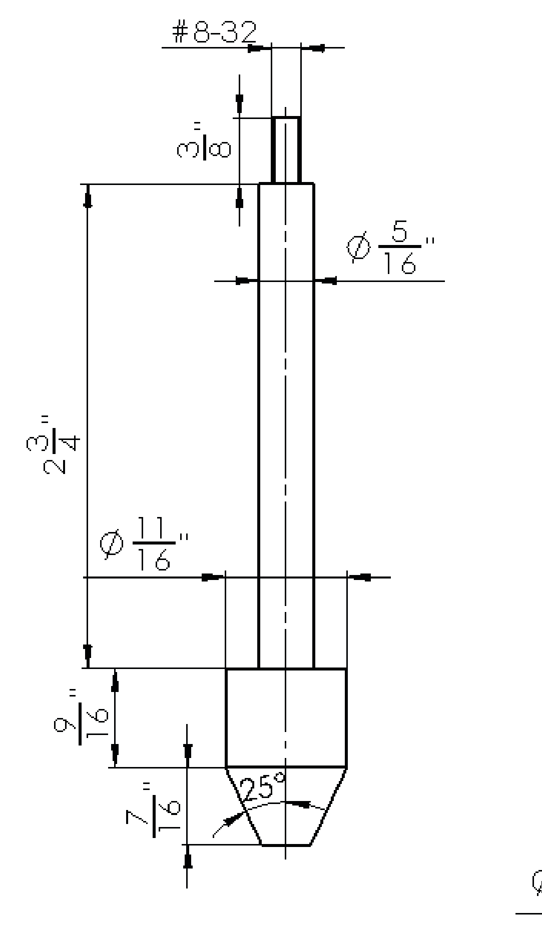


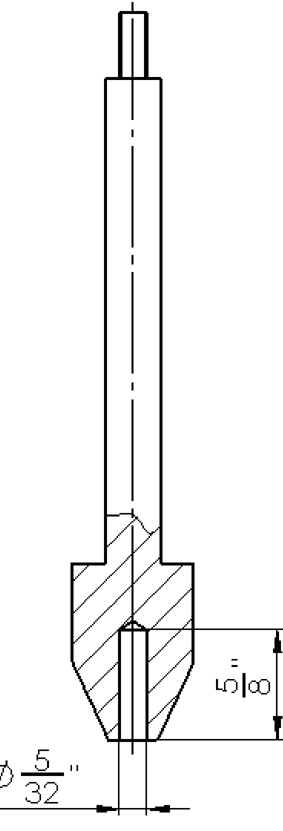
- √ El tapón está roscado en la rosca del husillo
- √ La base del tapón es coincidente con el escalón del final de la rosca del husillo

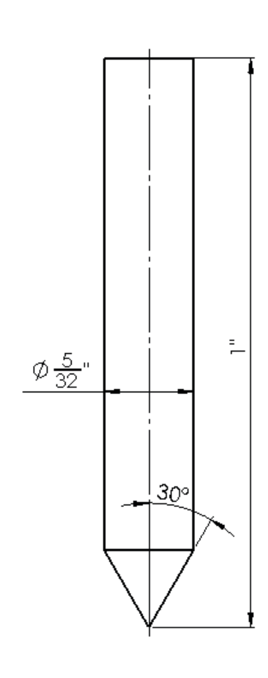


Estrategia: dibujos de diseño

Los dibujos de diseño se obtienen fácilmente mediante vistas extraídas con los cortes apropiados:

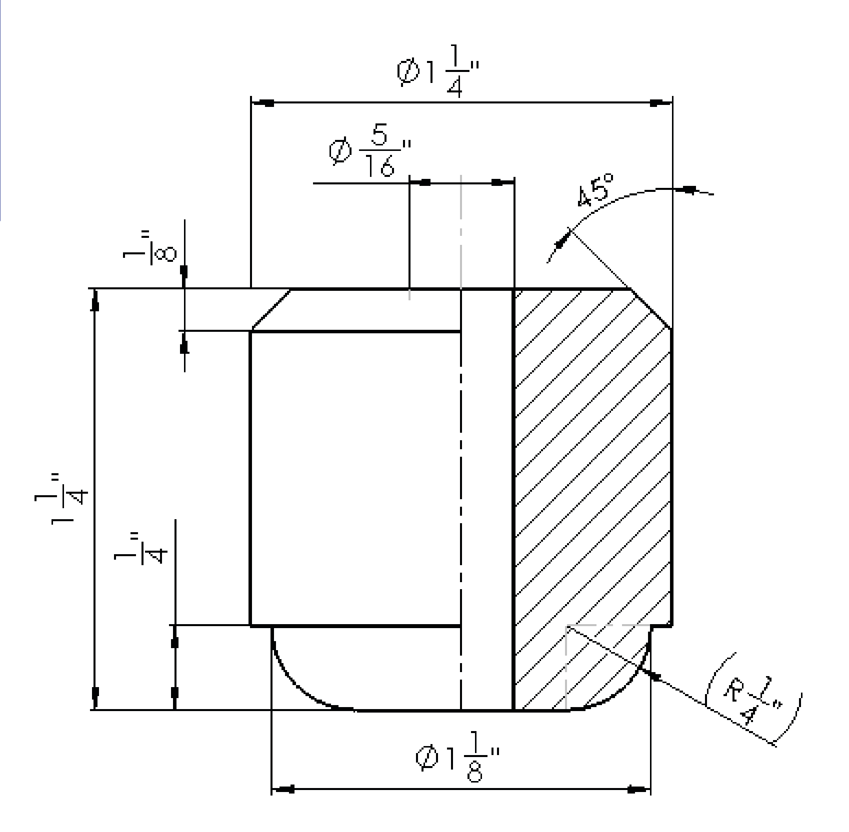




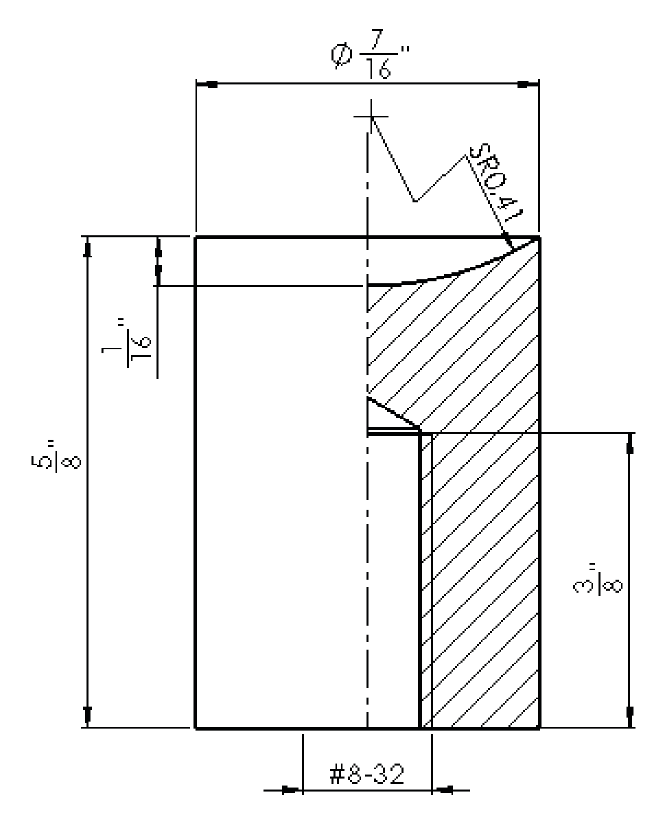


ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184



Ø 1 1/4"
Ø 5/16"
45°
1/8"
1 1/4"
1/4"
R 1/4"
Ø 1 1/8"



Ø 7/16"
SR0.41
1/16"
5/8"
3/8"
#8-32

Estrategia: dibujos funcionales

Las indicaciones de fabricación se descubren leyendo la descripción del proceso de fabricación de la herramienta:

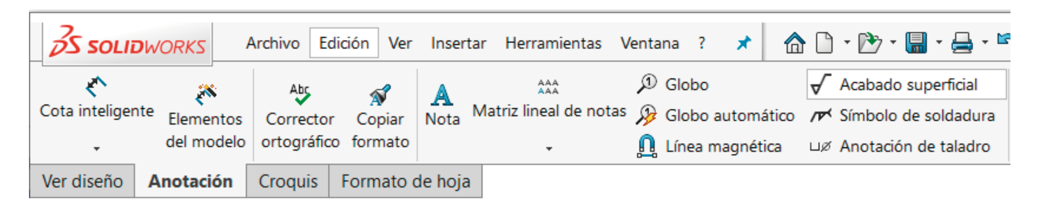
El husillo y la punta reponible se hacen de acero de herramienta, mientras que el contrapeso y el sujetador en el extremo del husillo se hacen de acero dulce laminado en frío. Forme un moleteado fino en la base del husillo y coloque una rosca de 8-32 en el extremo opuesto. Luego, perfore la base por el centro para formar un agujero donde acomodar un trozo corto de varilla, el cual se introduce a presión dentro del agujero y se esmerila para formarle una punta de 60 grados.

El contrapeso se tornea de material de barra, se moletea en el exterior, se perfora en el centro y se escaria para que tenga un ajuste deslizante en el husillo. Un tapón roscado que se adapte a la rosca de 8-32 formada en el husillo inmoviliza al contrapeso.

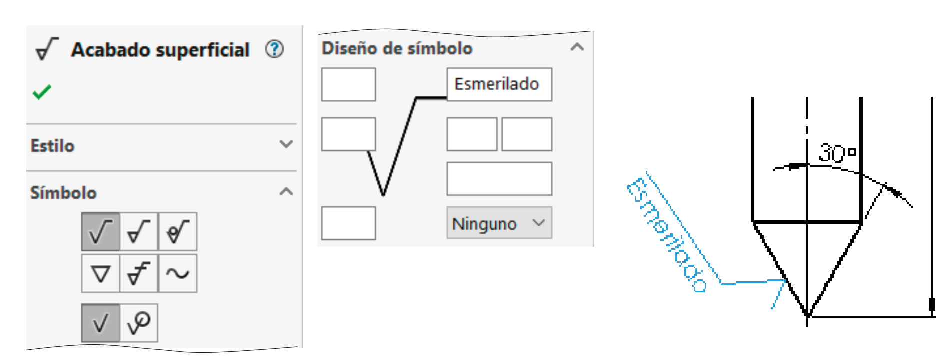
Estrategia: dibujos funcionales

Para añadir las indicaciones de fabricación:

- √ Abra el fichero del dibujo en el que debe añadir la indicación
- √ Seleccione el comando *Acabado superficial*



- √ Rellene los campos apropiados en el editor de acabado superficial
- √ Coloque el símbolo en el dibujo

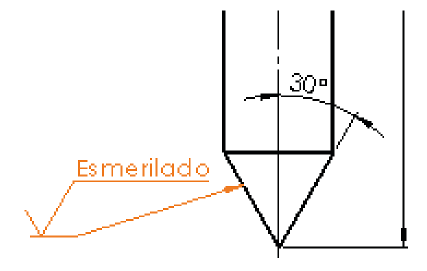




Para evitar que el símbolo quede mal colocado…

…añada una *línea indicativa*





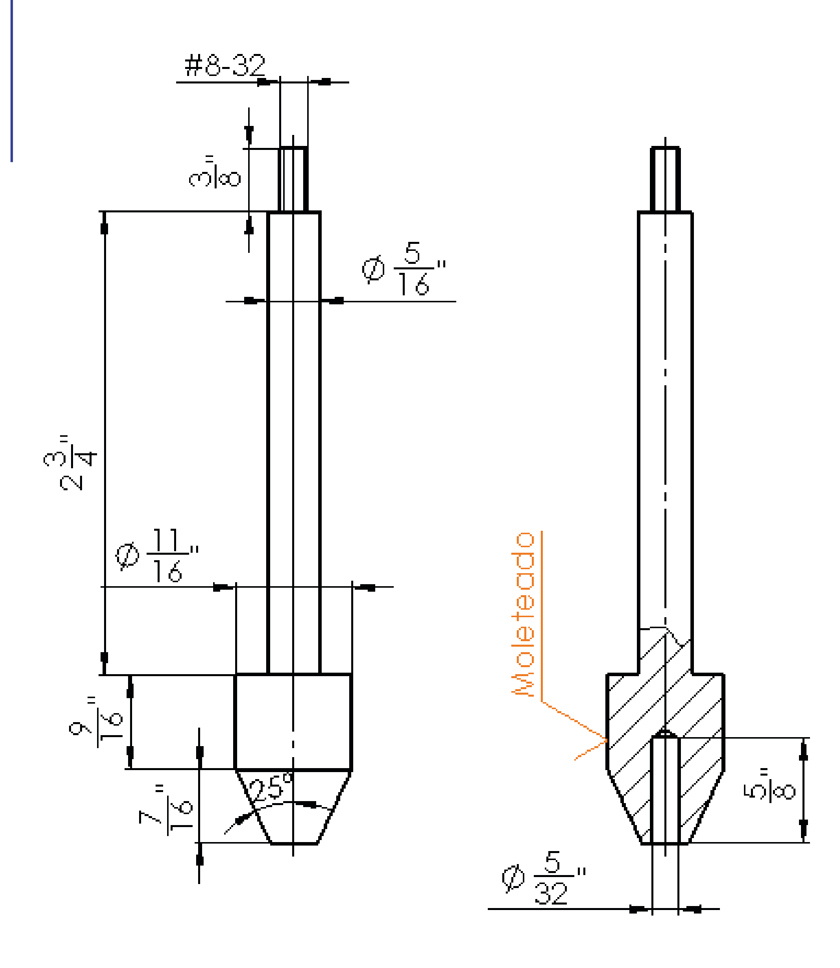
ISBN: 978-84-18951-43-5

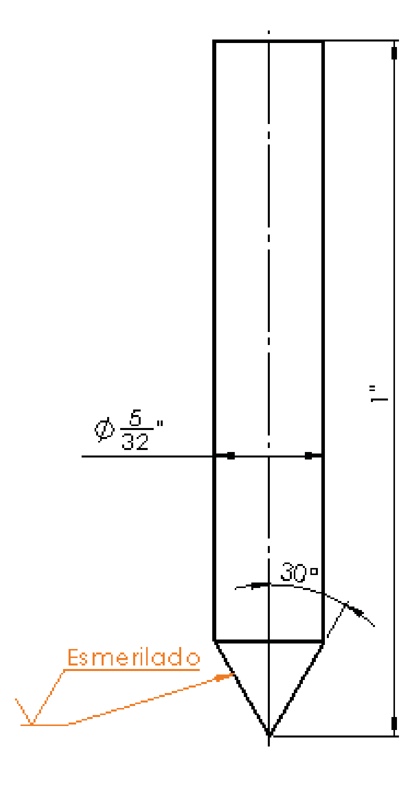
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia: dibujos funcionales

Los dibujos resultantes al añadir las indicaciones PMI son:



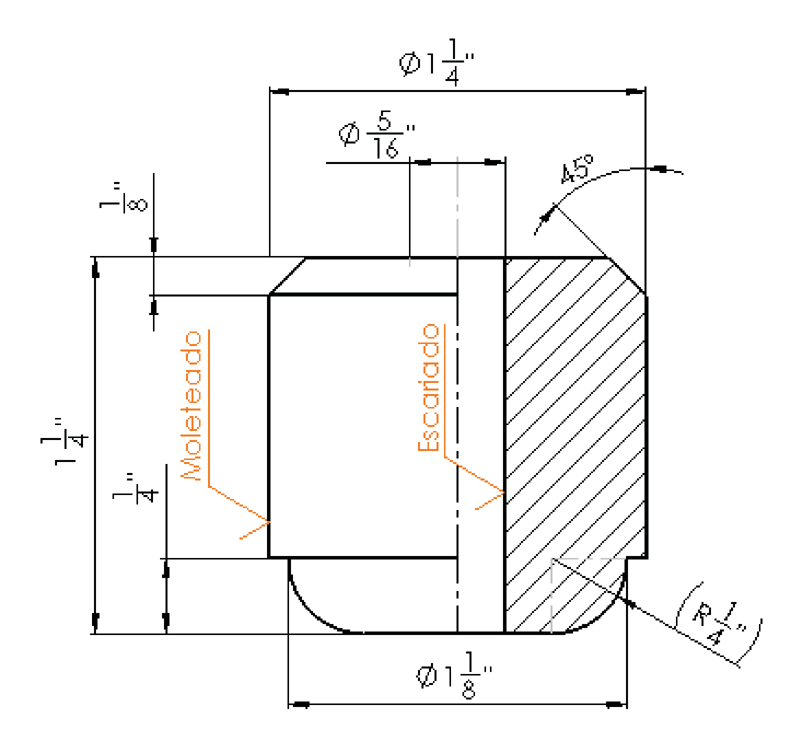


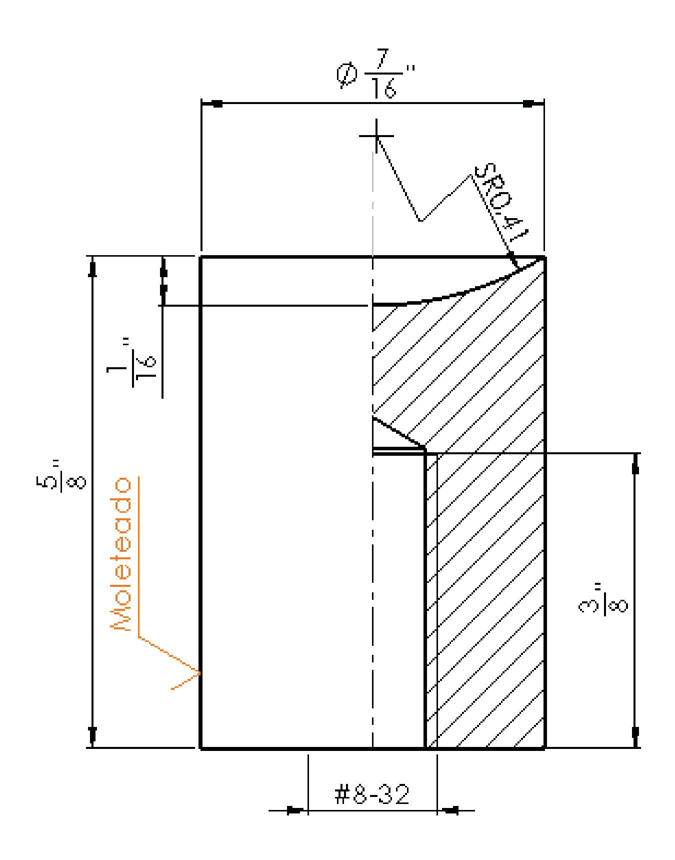
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia: dibujos funcionales





ISBN: 978-84-18951-43-5

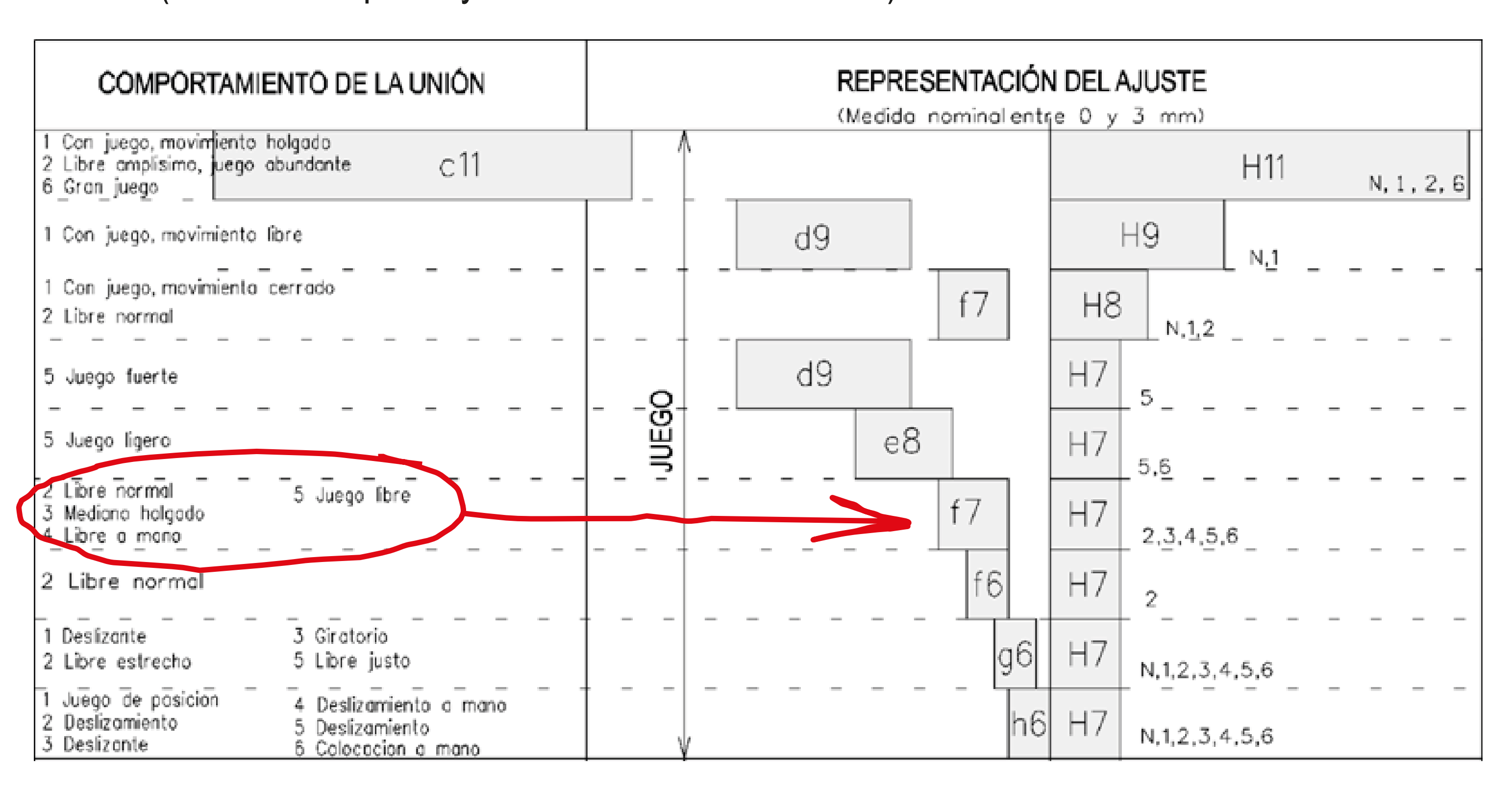
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia: dibujos funcionales

Resuelva el ajuste holgado (agujero base) en la zona de contacto entre el husillo y el percusor:

√ Determine el ajuste apropiado en una tabla de ajustes recomendados (tal como la que hay al final de la lección 4.3.3):

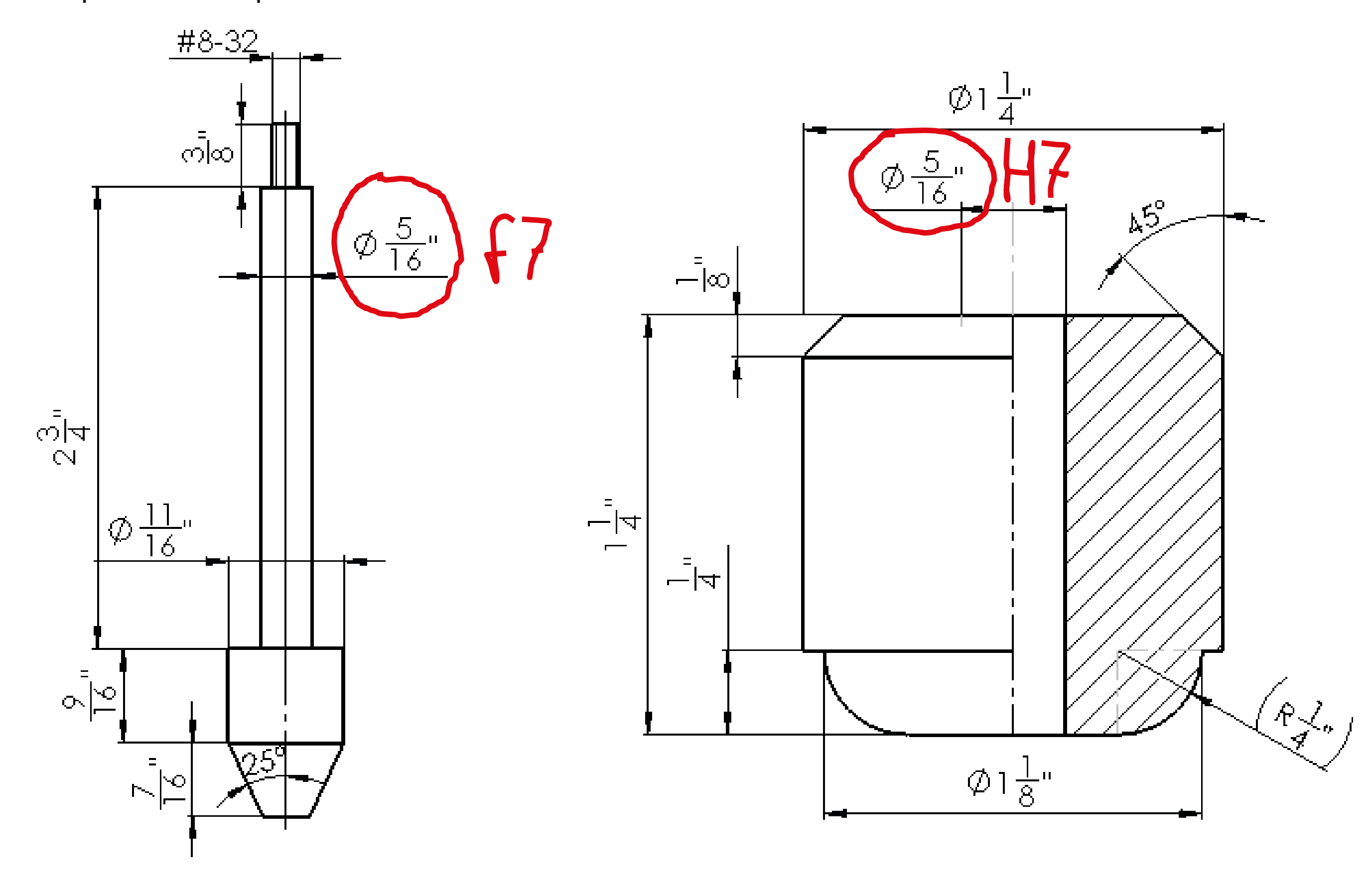


CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

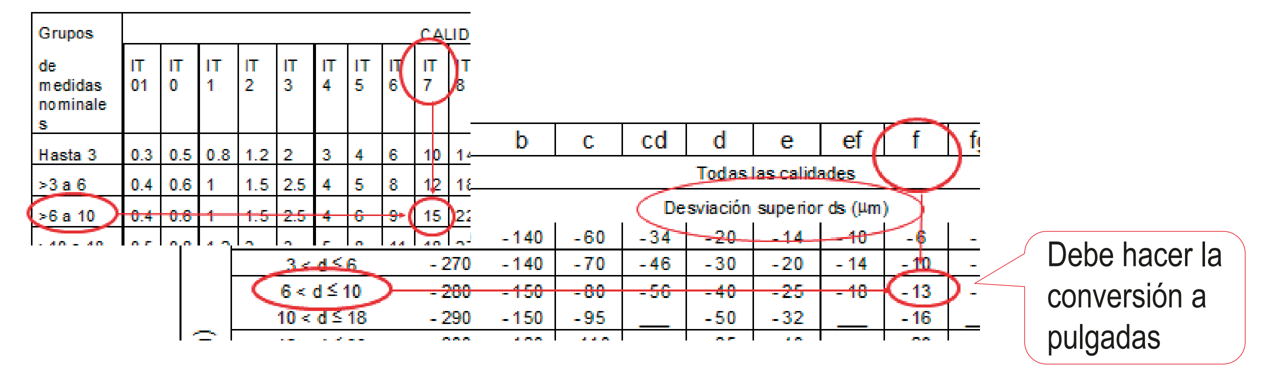
Estrategia: dibujos funcionales

- Determine en los dibujos las cotas a las que hay que aplicarles tolerancia
  - Busque el eje macizo de diámetro 5/16" del husillo, al que le corresponde la tolerancia f7
  - Busque el agujero de diámetro 5/16" del percusor, al que le corresponde la tolerancia H7



Estrategia: dibujos funcionales

√ Calcule las desviaciones, mediante las tablas de tolerancias ISO (ver lección 4.3.2)



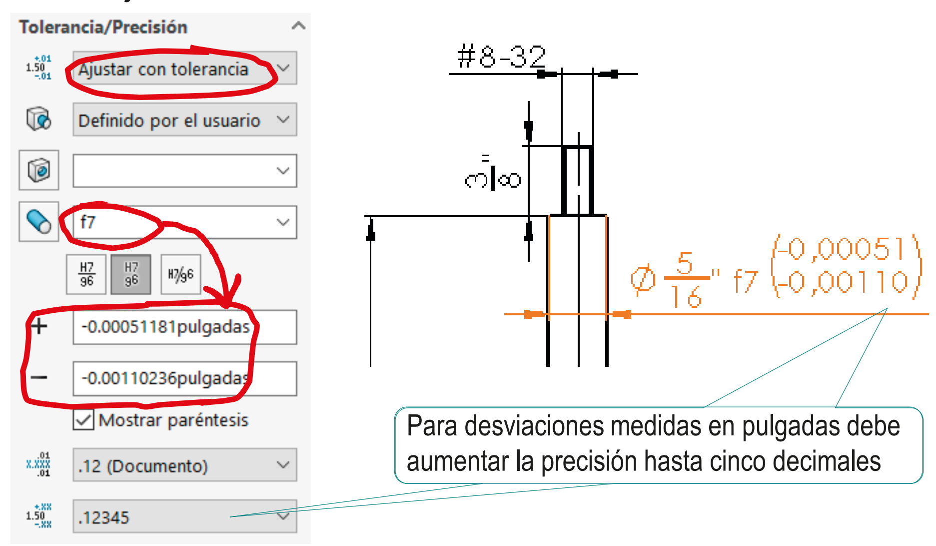
Grupos de medidas nominales	CALID IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8
Hasta 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14
>3 a 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18
>6 a 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22

		b	c	cd	d	e	ef	f	fg
		Todas las calidades							
		Desviación superior ds (μm)							
		-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-
3 < d ≤ 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-
6 < d ≤ 10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-
10 < d ≤ 18	-290	-150	-95	—	-50	-32	—	-16	—

Debe hacer la conversión a pulgadas



El cálculo (y el cambio de unidades) es automático si añadimos la tolerancia ISO a la cota del dibujo mediante el editor de cotas:



Para desviaciones medidas en pulgadas debe aumentar la precisión hasta cinco decimales

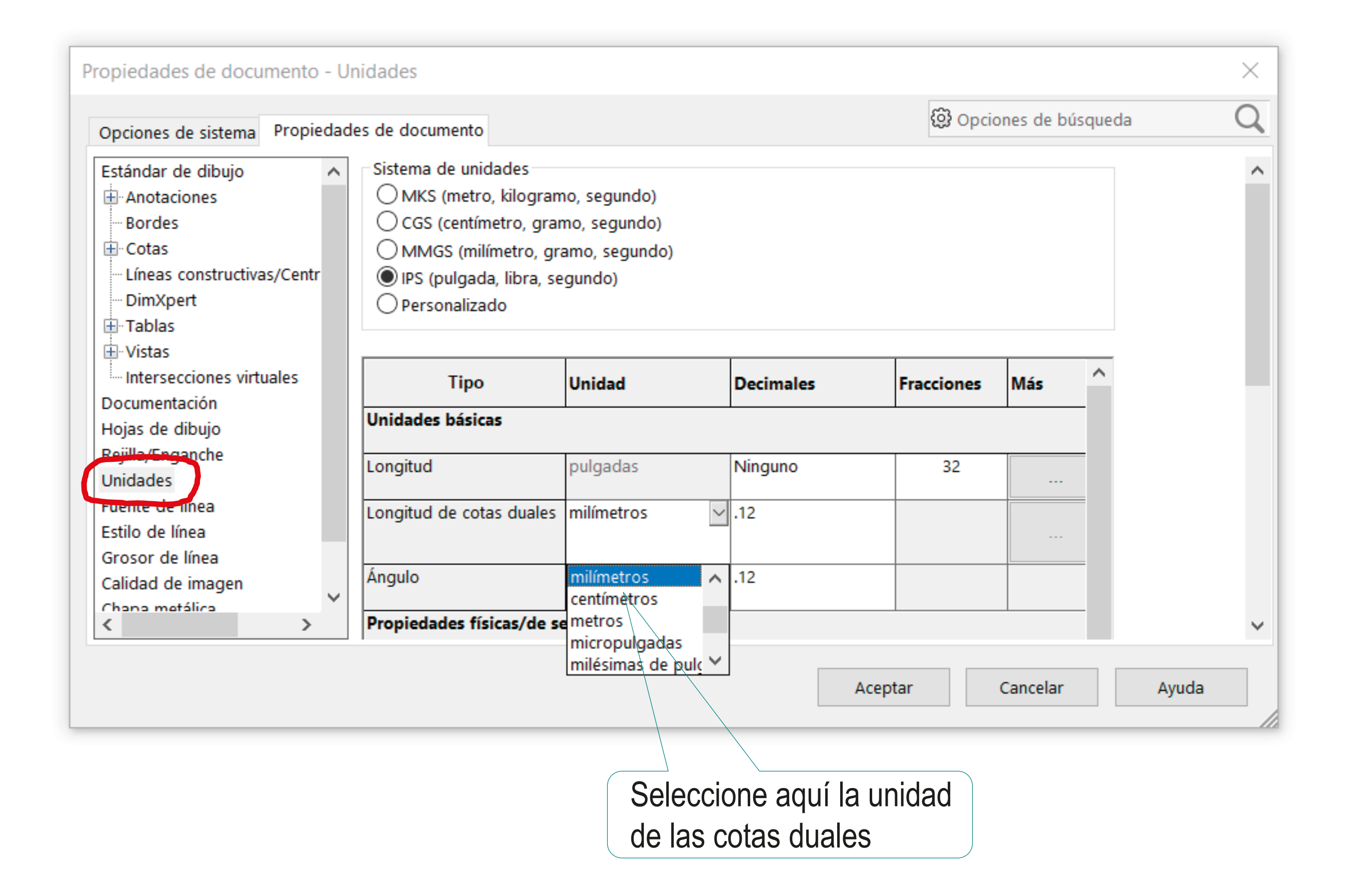
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia: dibujos funcionales

Para ver las desviaciones ISO en mm puede utilizar cotas duales:

√ Seleccione milímetros como unidades para las dimensiones lineales duales



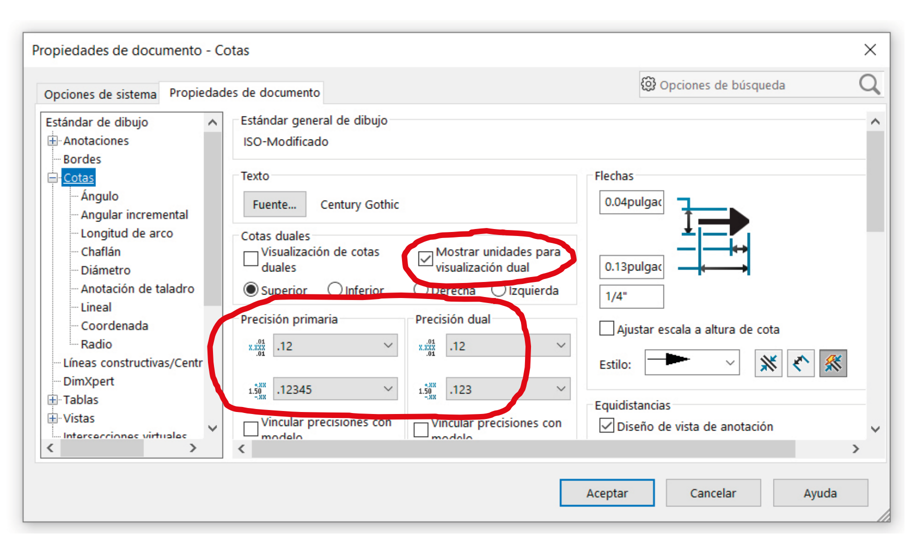
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

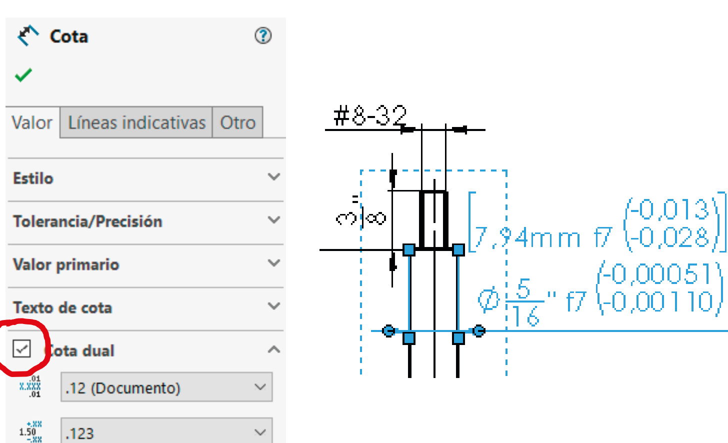
Estrategia: dibujos funcionales

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelos
Ensamblaje
Dibujos
Conclusiones

- Active la visualización de las unidades en la cotas duales
- Ajuste también las precisiones de las medidas nominales y las desviaciones

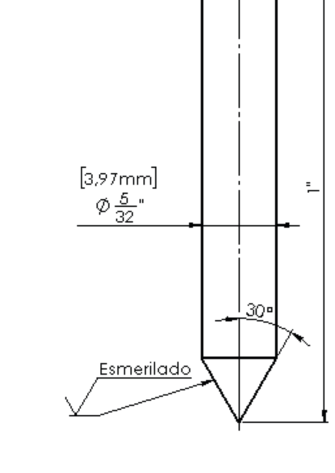


- Active manualmente la visualización de cota dual para cada una de las cotas con tolerancias



Estrategia: dibujos funcionales

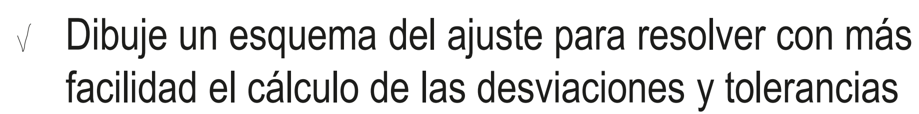
Resuelva el ajuste, de agujero base, con un aprieto máximo de 0,045 mm y una holgura máxima de 0,005 mm en la zona de contacto entre el husillo y la punta:



- Determine los datos del ajuste
  - La medida nominal de la cota a ajustar es 5/32"= 3,97mm
  - Se quiere un ajuste indeterminado:

    Aprieto máximo (AM)= 0,045mm

    Juego máximo (JM)= 0,005mm
  - La posición de la tolerancia del agujero es H



- Dibuje un esquema del ajuste para resolver con más facilidad el cálculo de las desviaciones y tolerancias

$J_M \leq 0{,}005$mm, $J_M = D_s - d_i$ → $D_s \approx 0{,}010$, $d_i \approx 0{,}005$

$A_M \leq 0{,}045$mm, $A_M = d_s = t + d_i$ → $0{,}045 \approx t + d_i$

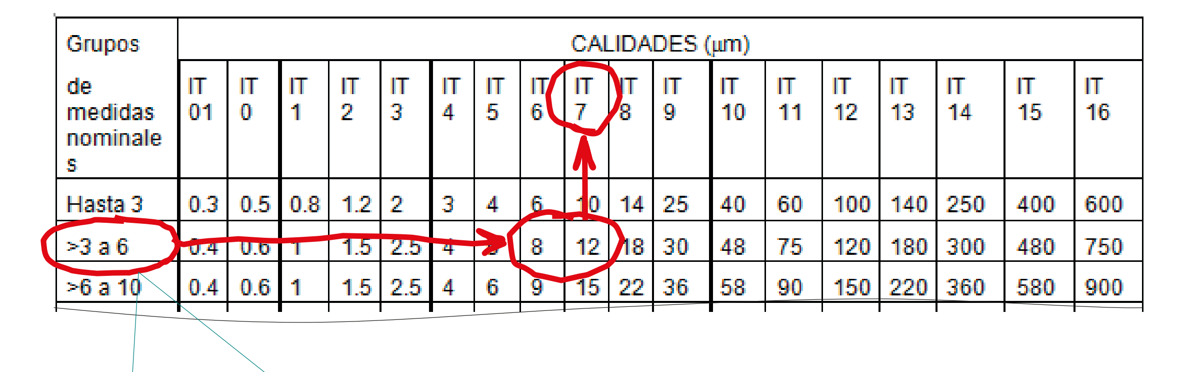
$t \approx 0{,}040$

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia: dibujos funcionales

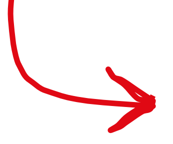
√ Busque, en la tabla de calidades, una calidad que tenga una tolerancia cercana a 10 µm



Grupos de medidas nominales	CALIDADES (µm)																
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
Hasta 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
>3 a 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	[illegible]	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
>6 a 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900

¡Busque para una medida nominal de 3,97!

√ Elija *provisionalmente* uno de los valores válidos



La tolerancia provisional del agujero es H7

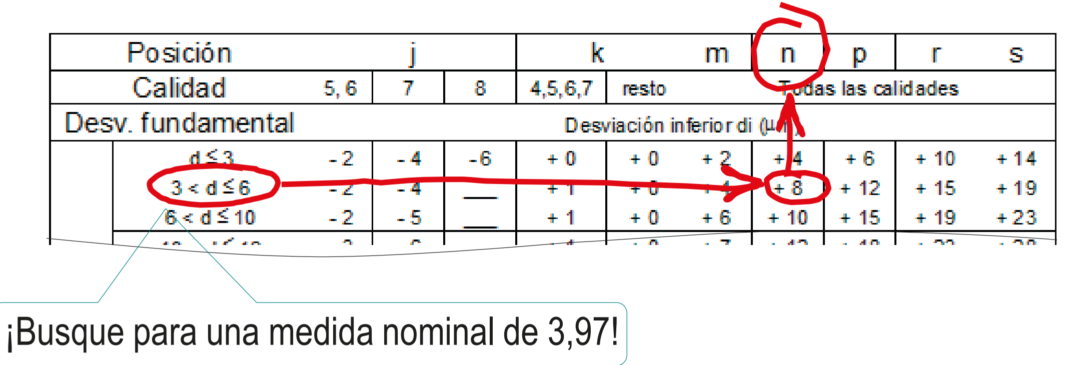
Por ser tipo H $\Rightarrow$ $D_i = 0$

Por ser IT7 $\Rightarrow$ $t = 0.012$

$D_s = t - D_i = 0{,}012$

Estrategia: dibujos funcionales

- Busque en la tabla de posiciones una posición del eje que tenga una desviación mayor o igual a 12-5= 7 µm



Posición	j			k		m	n	p	r	s
Calidad	5, 6	7	8	4,5,6,7	resto	Todas las calidades				
Desv. fundamental	Desviación inferior di (µm)									
d ≤ 3	- 2	- 4	- 6	+ 0	+ 0	+ 2	+ 4	+ 6	+ 10	+ 14
3 < d ≤ 6	- 2	- 4	___	+ 1	+ 0	+ 4	+ 8	+ 12	+ 15	+ 19
6 < d ≤ 10	- 2	- 5	___	+ 1	+ 0	+ 6	+ 10	+ 15	+ 19	+ 23

¡Busque para una medida nominal de 3,97!

- Busque en la tabla de calidades una calidad que tenga una tolerancia inferior a 45 µm

Grupos de medidas nominales	CALIDADES (µm)																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
Hasta 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
>3 a 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
>6 a 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900

- La tolerancia provisional del eje es n9

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia: dibujos funcionales

√ Comprueba que las tolerancias provisionales son válidas

La tolerancia provisional del agujero es **H7**

$D_i = 0$

$D_s = 0{,}012$

La tolerancia provisional del eje es **n9**

$d_i = 0{,}008$

$d_s = 0{,}038$

$J_M = D_s - d_i = 0{,}012 - 0{,}008 = 0{,}004 \leq 0{,}005mm$

$A_M = d_s = t + d_i = 0{,}038 \leq 0{,}045mm$

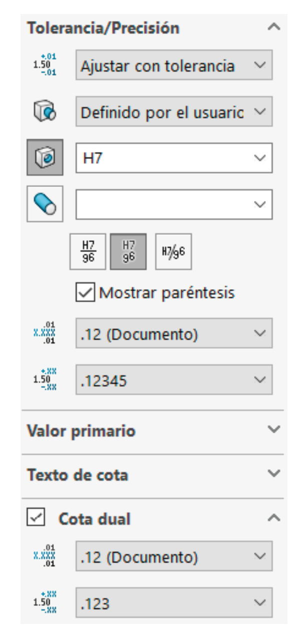
La solución es válida porque el ajuste es indeterminado (tiene juego máximo y aprieto máximo)…

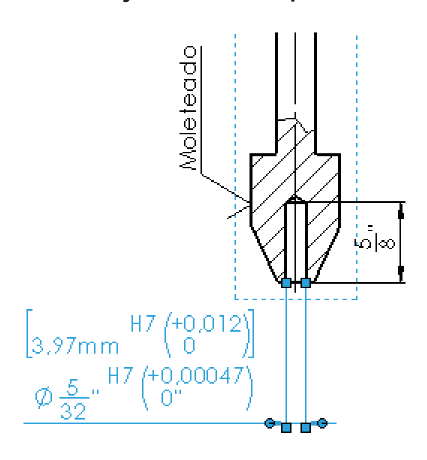
…y tanto el juego máximo como el aprieto máximo son positivos

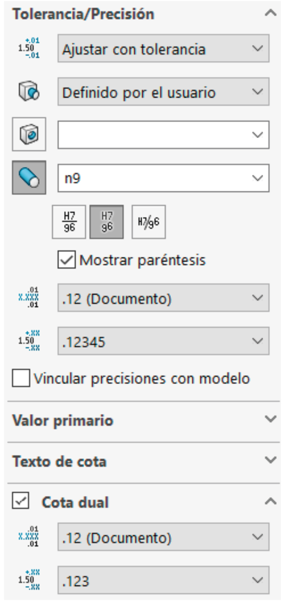
El ajuste elegido es H7/n9

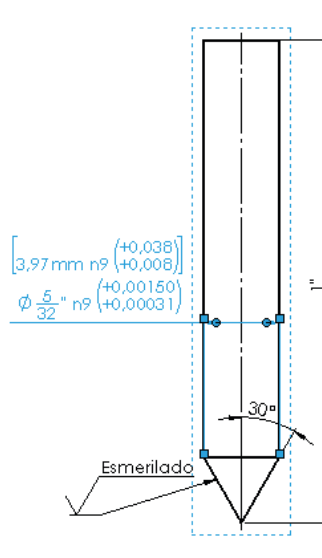
Estrategia: dibujos funcionales

√ Añada las tolerancias a los dibujos de las piezas









ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia: dibujos funcionales

Tarea

Estrategia

Ejecución

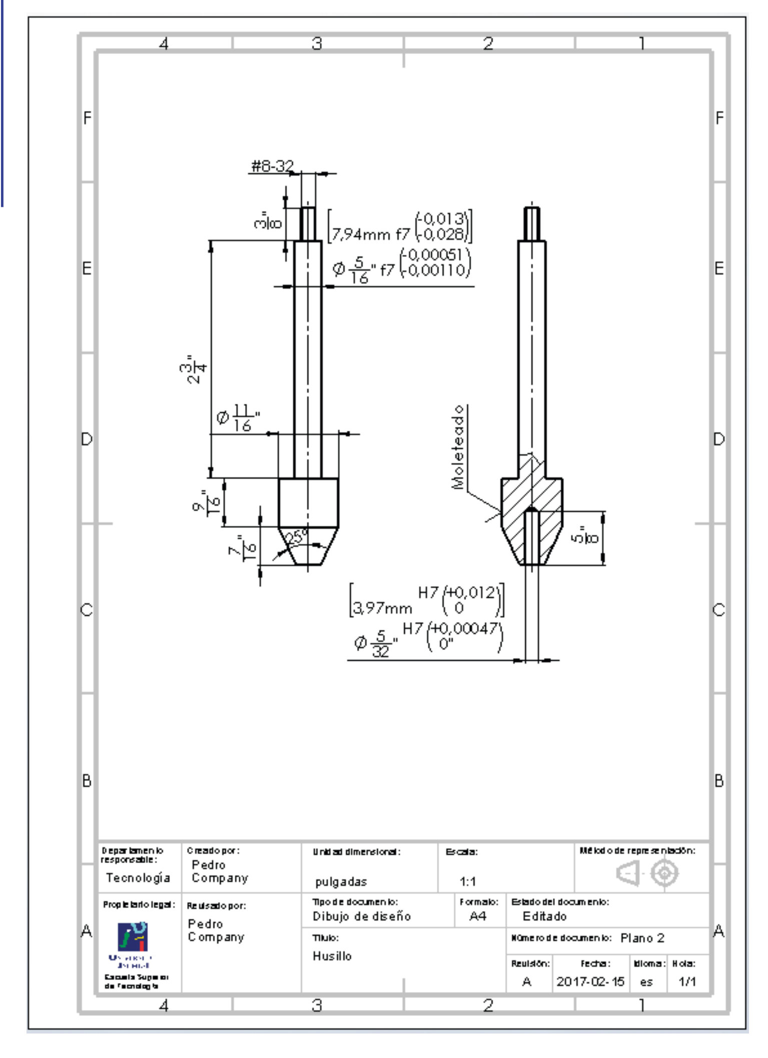
Modelos

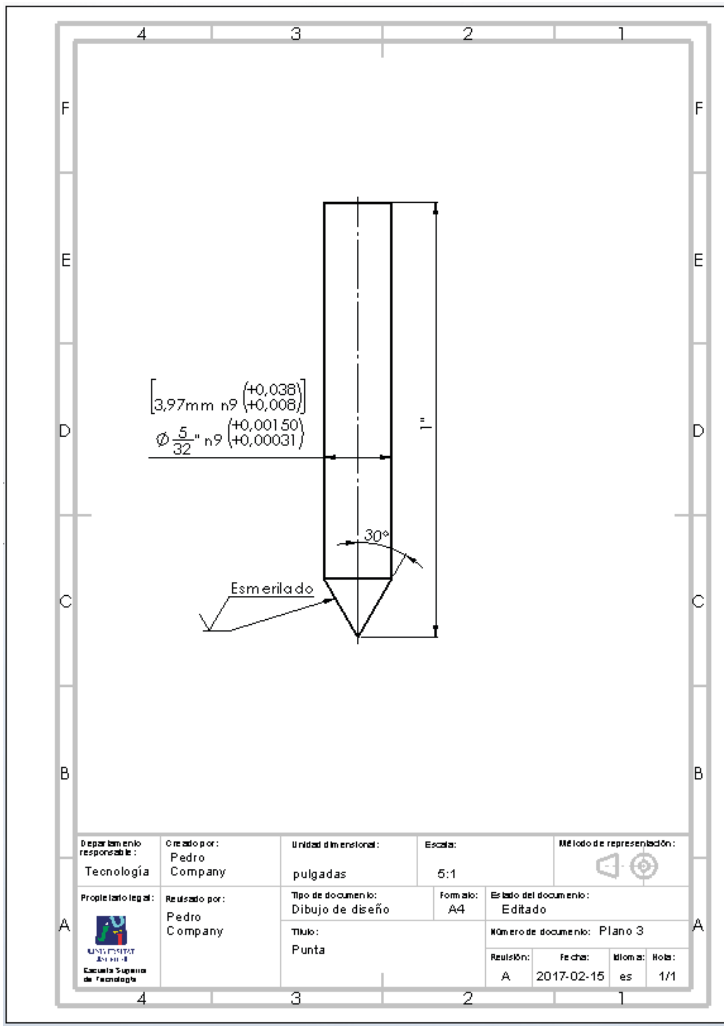
Ensamblaje

Dibujos

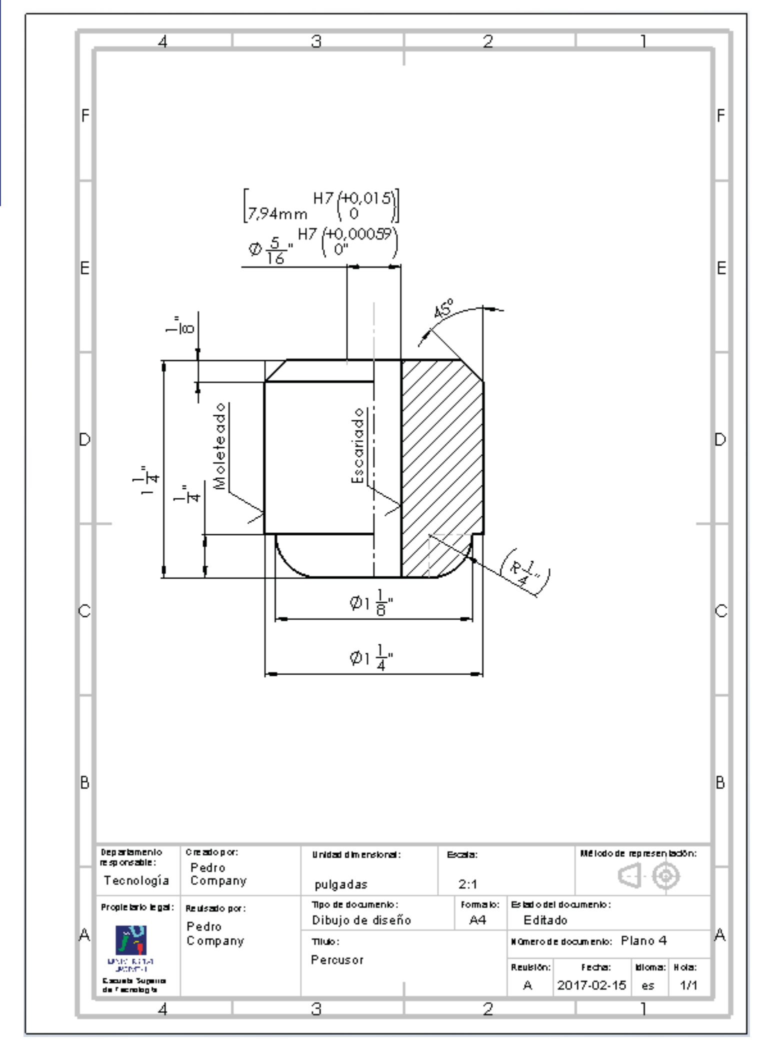
Conclusiones

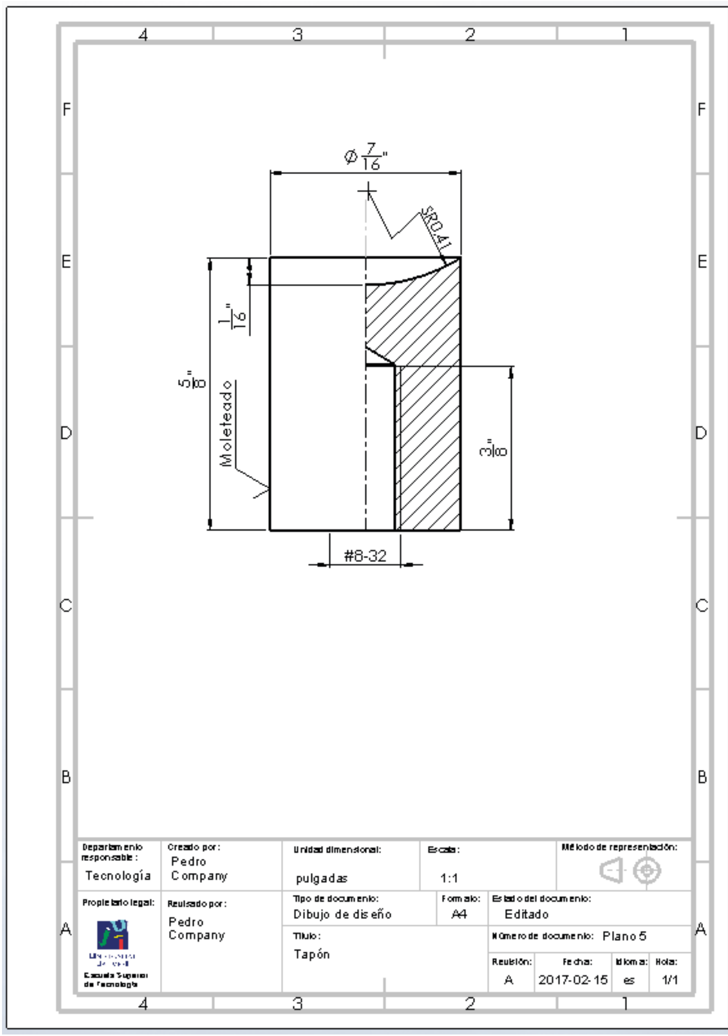
Los dibujos finales son:





Estrategia: dibujos funcionales





Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Hay que analizar las condiciones funcionales para modelar y ensamblar objetos con medidas compatibles

2 Se puede modelar con unidades nativas

¡No es necesario convertir las unidades!

¡Salvo en el caso de las tolerancias ISO, que vienen dadas en mm!

3 Los dibujos funcionales se obtienen añadiendo indicaciones de fabricación a los dibujos de diseño

¡Los editores de símbolos de fabricación ayudan a obtener las anotaciones!

Tarea

La figura muestra el dibujo de ensamblaje de la alargadera de la punta de un compás

Se usa para adaptarla a un compás, a fin de aumentar el radio del círculo máximo que se puede trazar con él

ISBN: 978-84-18951-43-5

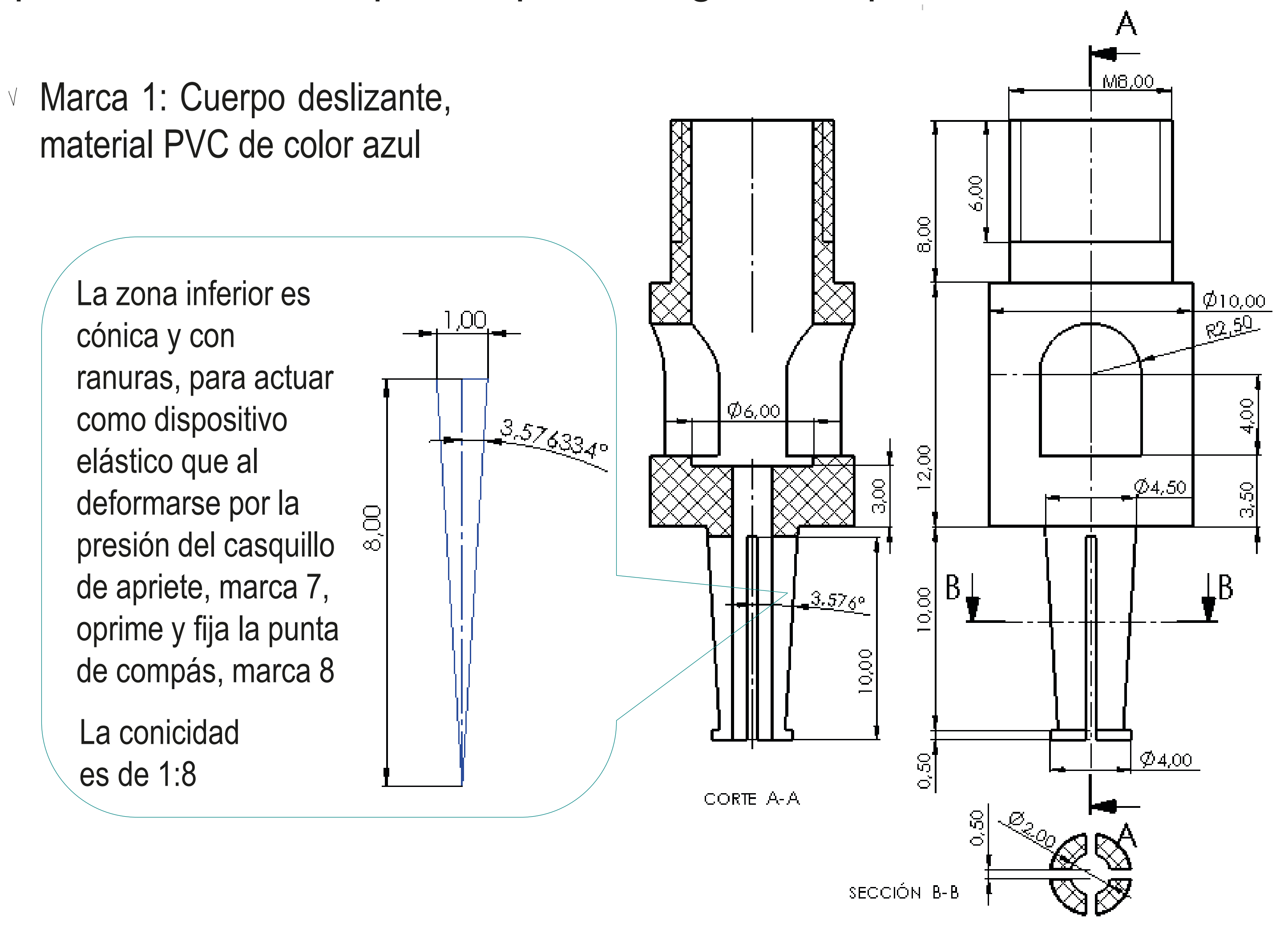
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea

- Tarea
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones

El producto está compuesto por las siguientes piezas:

√ Marca 1: Cuerpo deslizante, material PVC de color azul



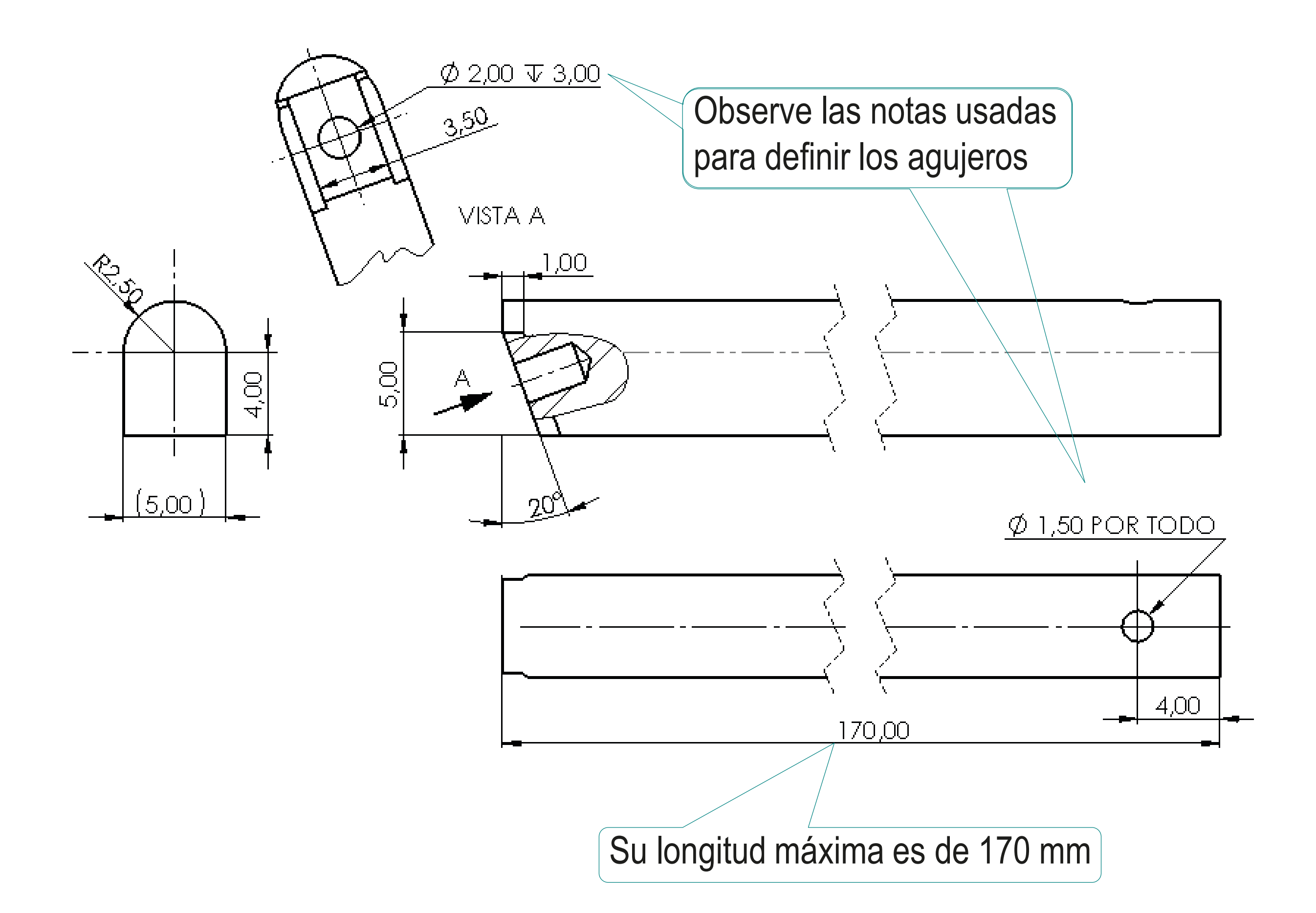
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea

√ Marca 2: Barra; material acero inoxidable F3117



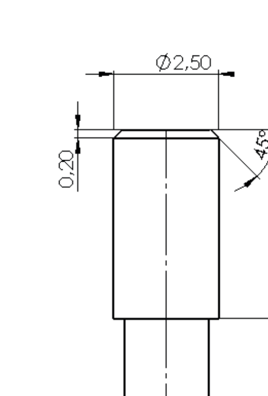
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

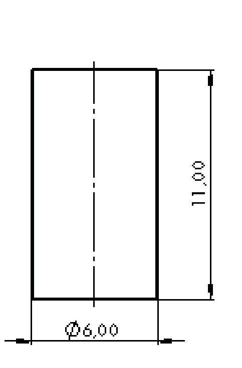
Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

- Marca 3: Tope; material acero inoxidable F3117



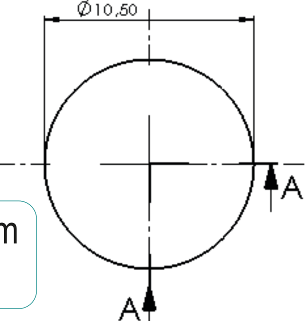
- Marca 4: Eje posicionador; material acero inoxidable F3117



- Marca 5: Zapata; material PVC de color azul

- Marca 6: Tapón de fijación; material acero inoxidable F3117

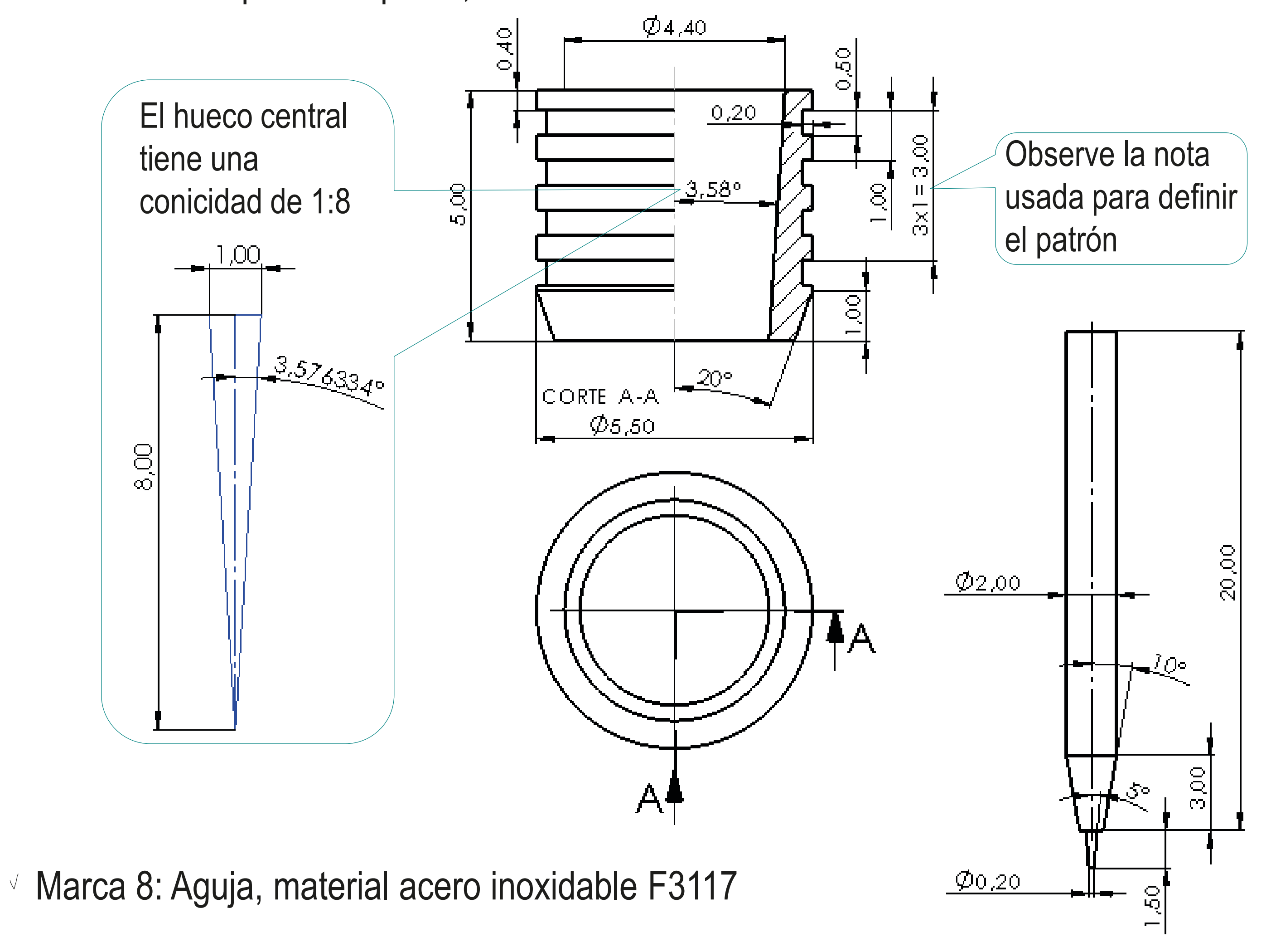
La superficie cilíndrica de diámetro 10,5 y longitud 16 mm tiene un moleteado de tipo RAA 0.5 90°, según DIN 82



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

- Marca 7: Casquillo de apriete; material acero inoxidable F3117



- Marca 8: Aguja, material acero inoxidable F3117

Tarea

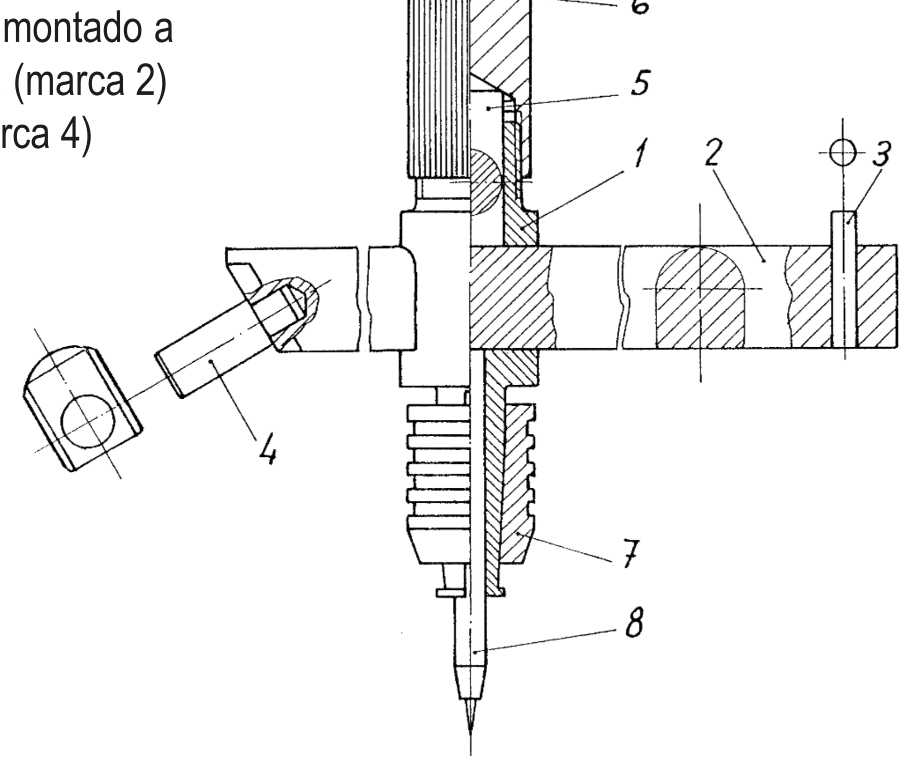
- **Tarea**
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones

Durante el diseño se han determinado algunos criterios que afectan a tolerancias dimensionales:

√ Apriete forzado ligero con entrada suave entre la alargadera (marca 2) y el tope (marca 3)

√ Apriete normal a presión montado a mano entre la alargadera (marca 2) y el eje posicionador (marca 4)

√ Ambos ajustes deben obtenerse a partir del sistema de agujero base con calidad IT 7



ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Tareas:

A Obtenga los modelos sólidos de todas las piezas

B Obtenga el ensamblaje, incluyendo tantos sub-ensamblajes como sea oportuno

C Obtenga los dibujos de fabricación de todas las piezas, incluyendo las indicaciones de fabricación (PMI) y tolerancias (GPS) especificadas

D Obtenga los dibujos de ensamblaje, y añada la información sobre las dimensiones máximas:

- √ Dimensión máxima del subconjunto formado por las marcas 1, 5, 6, 7 y 8 cuando la punta marca 8 y el capuchón marca 6 se encuentran en la posición representada (condición de mínima longitud del subconjunto)
- √ Dimensión máxima de la alargadera con eje posicionador marca 4 montado

Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

La estrategia consta de seis pasos:

1 Obtenga los modelos sólidos de todas las piezas

2 Analice el montaje para determinar los sub-ensamblajes apropiados

3 Obtenga el ensamblaje con sus sub-ensamblajes

4 Extraiga los dibujos de ensamblaje y sub-ensamblaje

Se resuelven los dibujos de ensamblaje primero, para facilitar la numeración de todos los dibujos

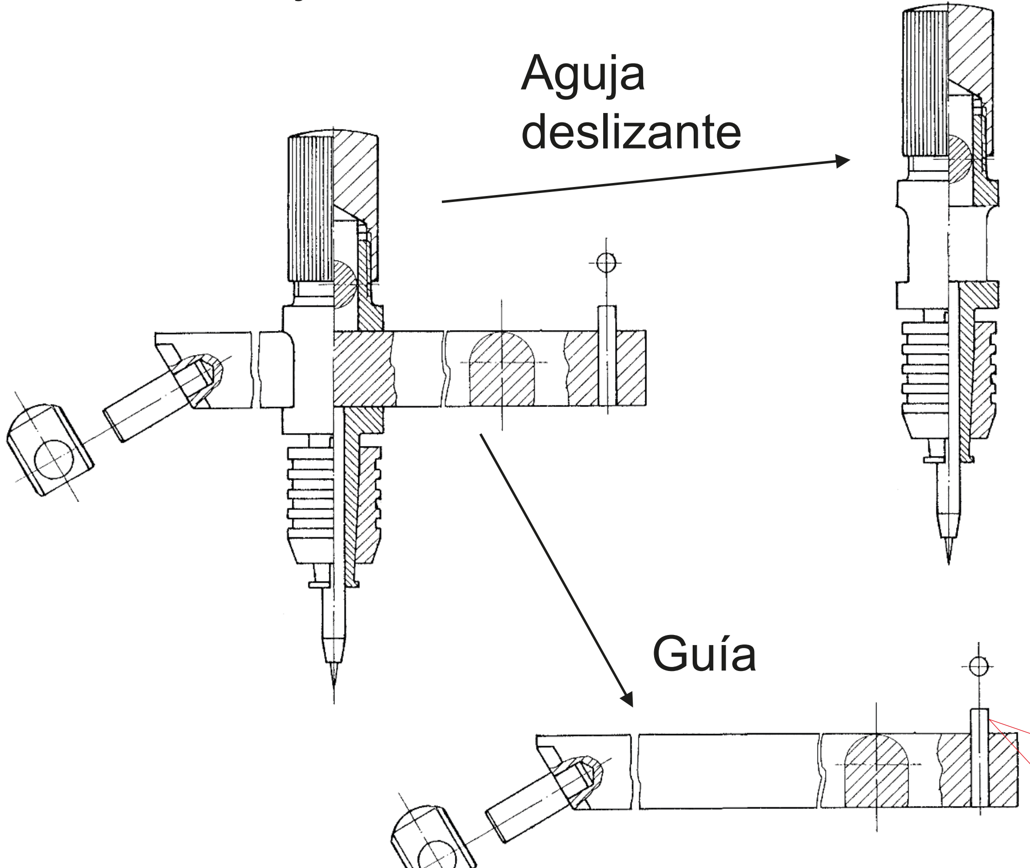
5 Extraiga los dibujos de diseño de todas las piezas

6 Añada las anotaciones de geometría, de fabricación y de tolerancias, así como las cotas de dimensiones máximas

Alternativamente, las anotaciones se pueden añadir a los modelos, para extraerlas automáticamente en los dibujos

Estrategia

El análisis del producto muestra dos sub-ensamblajes funcionales:



Éste subconjunto tiene una funcionalidad clara…

…pero atendiendo a criterios de montaje es inviable, porque al añadir el tope ya no se puede montar la aguja deslizante

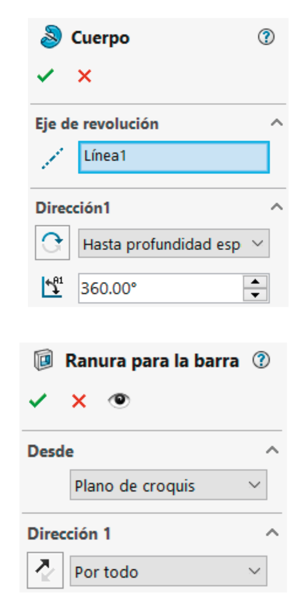
ISBN: 978-84-18951-43-5
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

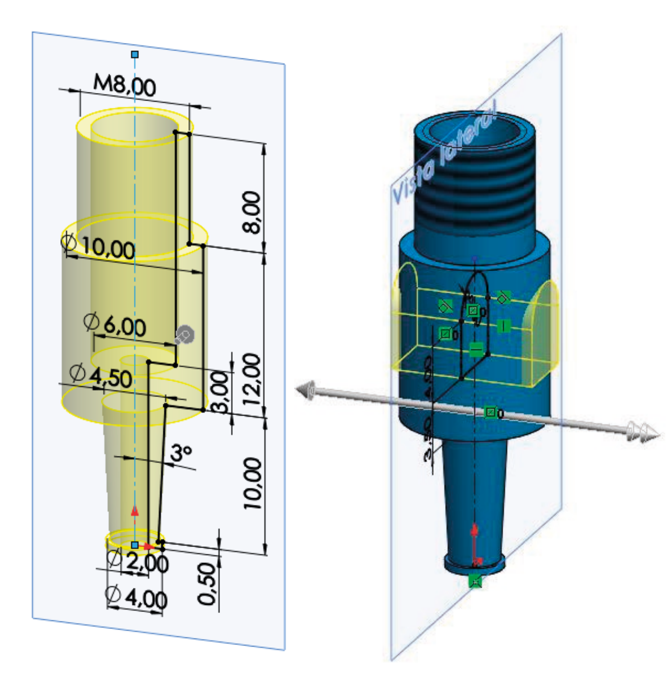
Ejecución

Modele el cuerpo deslizante (marca 1):

- Obtenga la forma básica del cuerpo mediante un barrido de revolución de su contorno principal

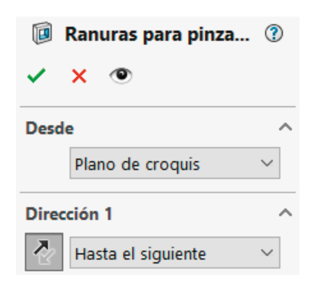
- Obtenga la ranura para la barra mediante un corte extruido

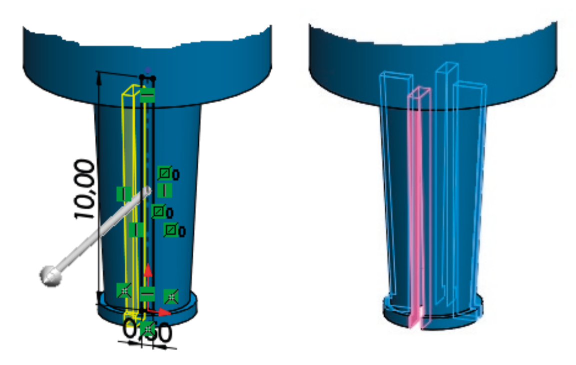




- Obtenga una de las ranuras de la pinza mediante un corte extruido

- Obtenga el resto de ranuras mediante patrón



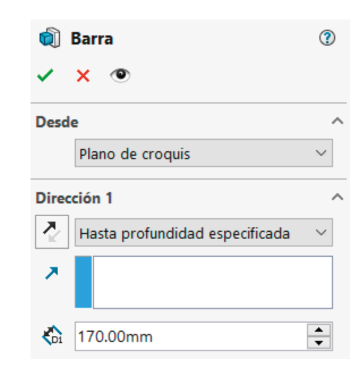


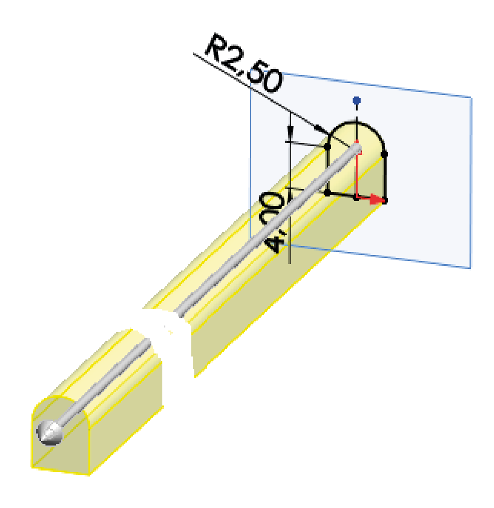
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

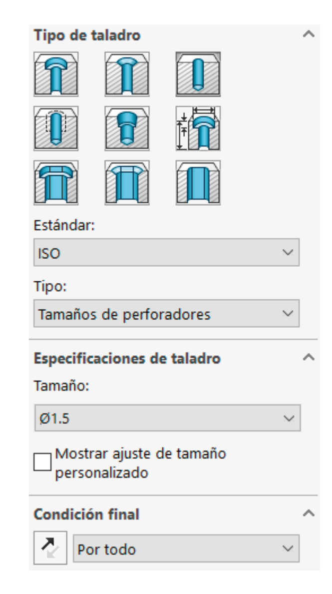
Modele la barra (marca 2):

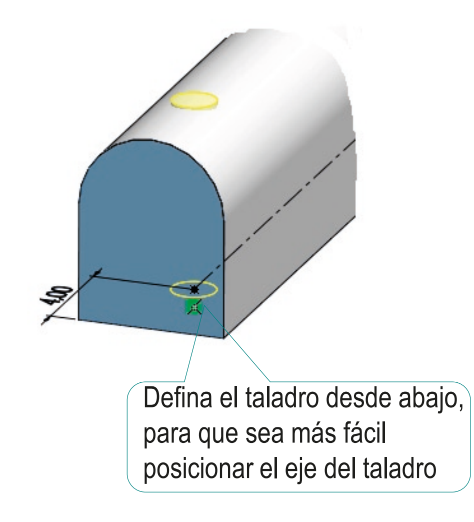
√ Obtenga la barra por extrusión de su perfil dibujado en el alzado





√ Añada el taladro en el que deberá encajar el tope



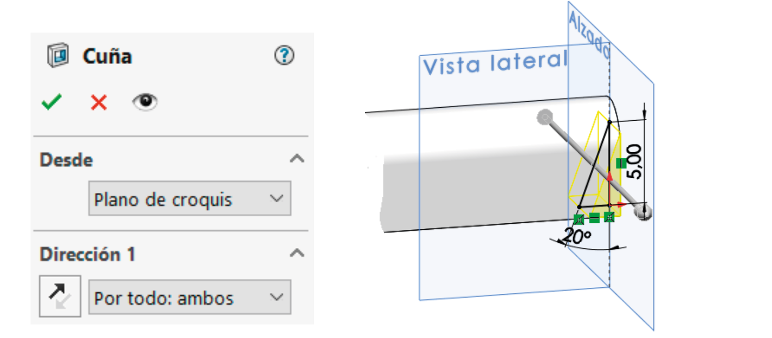


ISBN: 978-84-18951-43-5

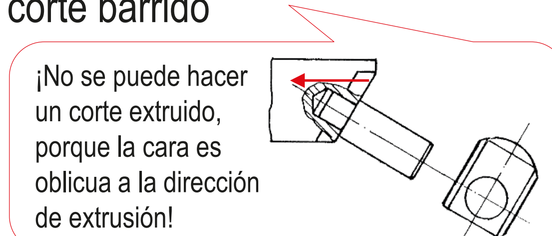
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

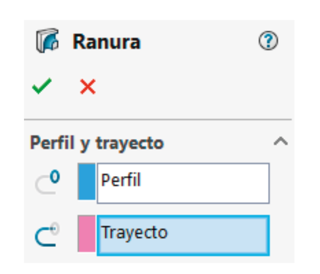
Ejecución

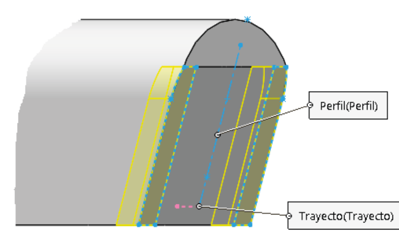
√ Obtenga la cuña del extremo de la barra mediante un corte extruido a partir de un perfil dibujado en la vista lateral



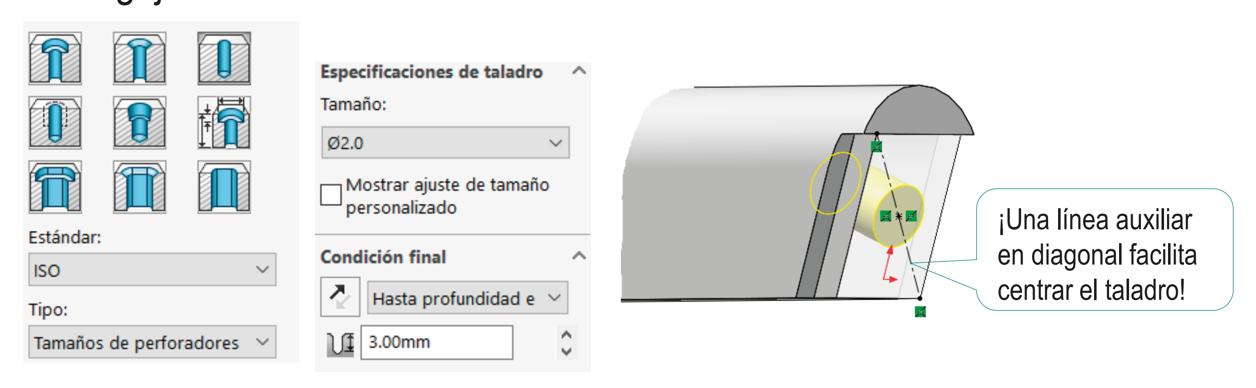
√ Añada las ranuras laterales del extremo acuñado mediante un corte barrido







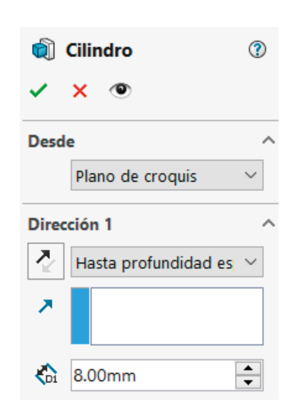
√ Añada el agujero taladrado del extremo acuñado

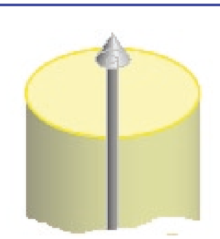


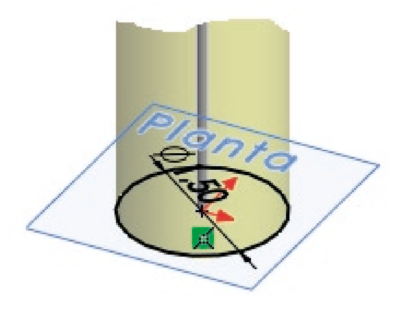
Ejecución

Modele el tope (marca 3):

- Aplique una extrusión a un croquis circular dibujado en la planta

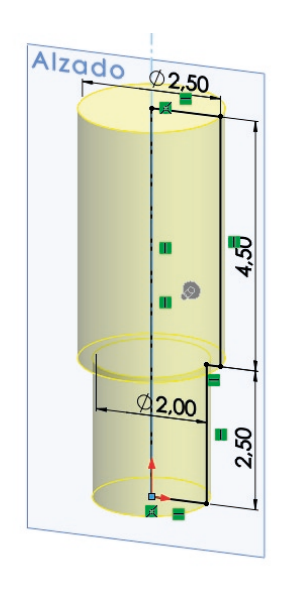


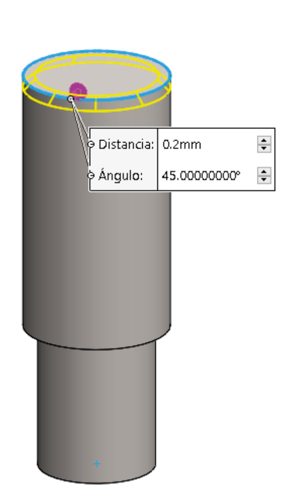




Modele el eje posicionador (marca 4):

- Obtenga el cuerpo del eje posicionador aplicando una revolución a un perfil dibujado en el alzado
- Añada el chaflán



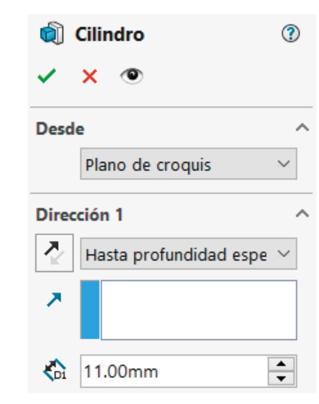


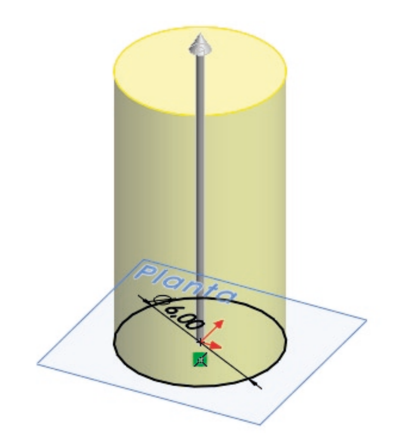
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Modele la zapata (marca 5):

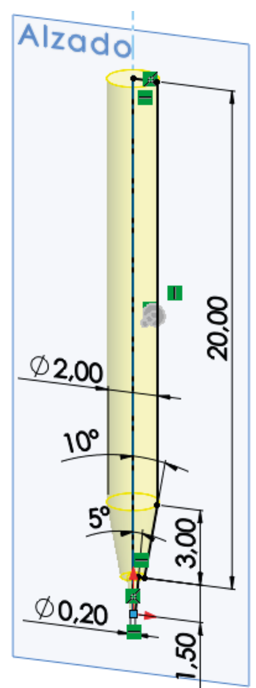
√ Aplique una extrusión a un croquis circular dibujado en la planta





Modele la aguja (marca 8):

√ Aplique una revolución a un perfil dibujado en el alzado



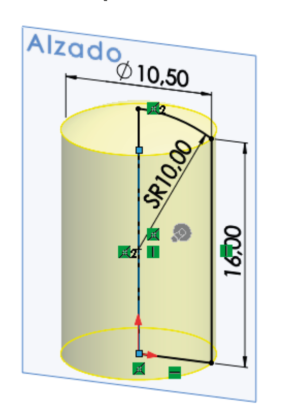
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

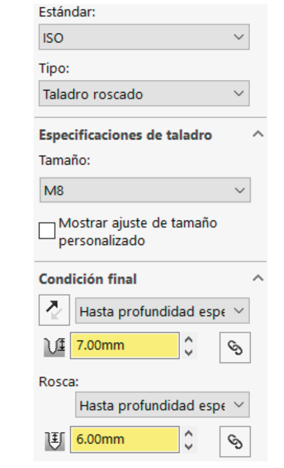
Ejecución

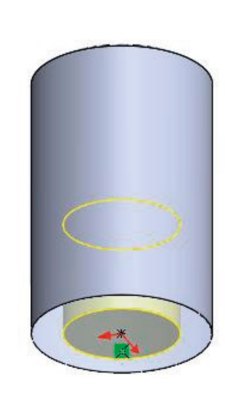
Modele el tapón de fijación (marca 6):

√ Obtenga el cuerpo del tapón de fijación aplicando una revolución a un perfil dibujado en el alzado



√ Utilice un taladro para obtener el agujero roscado de la parte inferior

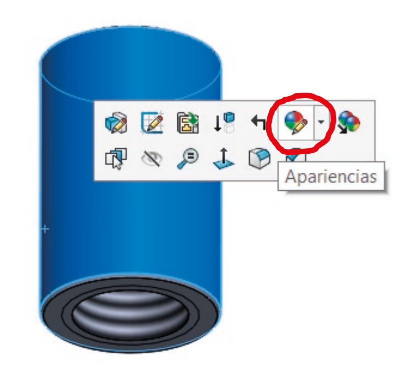


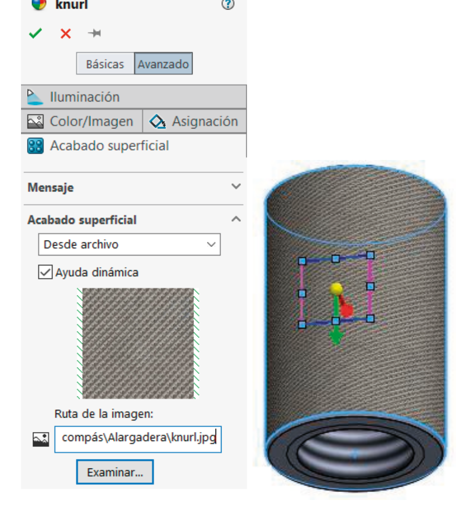


√ Añada el chaflán

Distancia: 0.2mm
Ángulo: 45.00000000°

√ Use una apariencia para añadir el moleteado simplificado

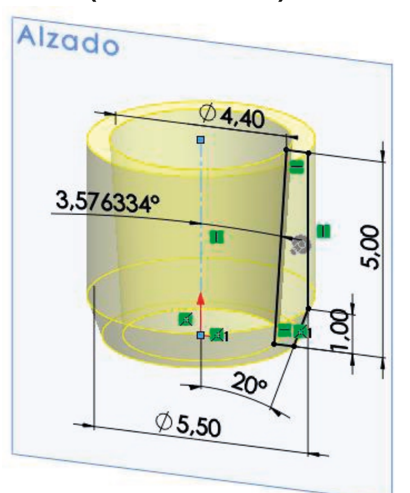




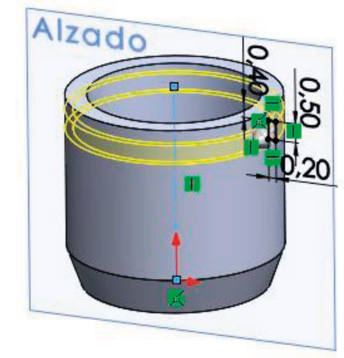
ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Modele el casquillo de apriete (marca 7):

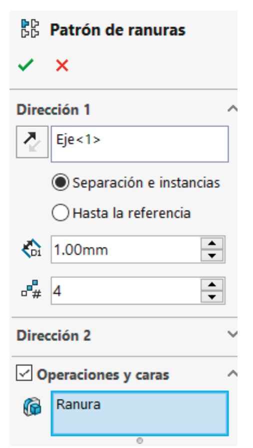
- Obtenga el núcleo del sólido aplicando una revolución a un perfil dibujado en el alzado



- Obtenga una ranura aplicando una revolución a un perfil dibujado en el alzado



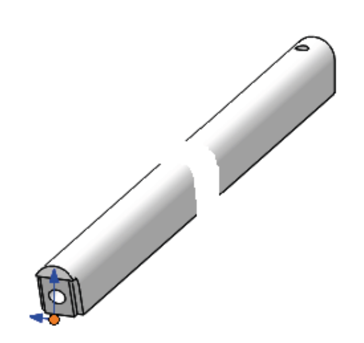
- Obtenga el resto de ranuras mediante un patrón



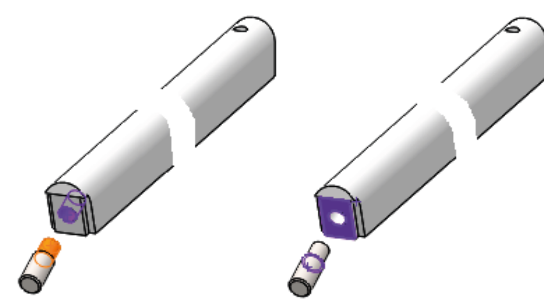


Ensamble la guía:

- Inserte la barra, emparejando su sistema de referencia con el del ensamblaje

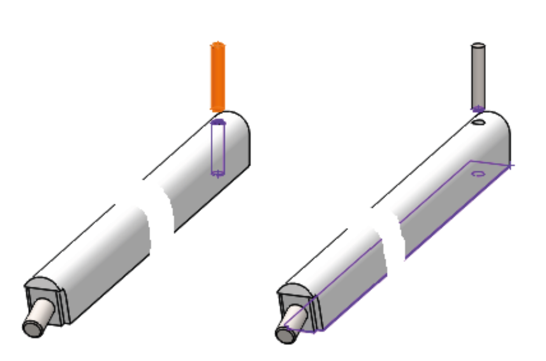


- Inserte el eje posicionador:
  - Haga concéntrico el pivote del eje posicionador con el agujero de la barra
  - Haga coincidente la cara exterior del agujero con el escalón del eje posicionador



- Inserte el tope:
  - Haga concéntrica la superficie cilíndrica del tope con la del agujero de la barra
  - Haga coincidente la cara inferior del tope con la de la barra

¡Para simular el proceso real de montaje, el tope se debería insertar *después* de encajar la aguja deslizante en la guía!

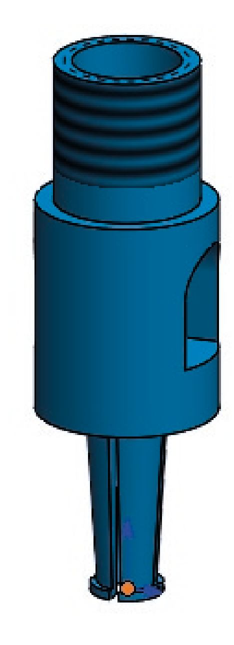


ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

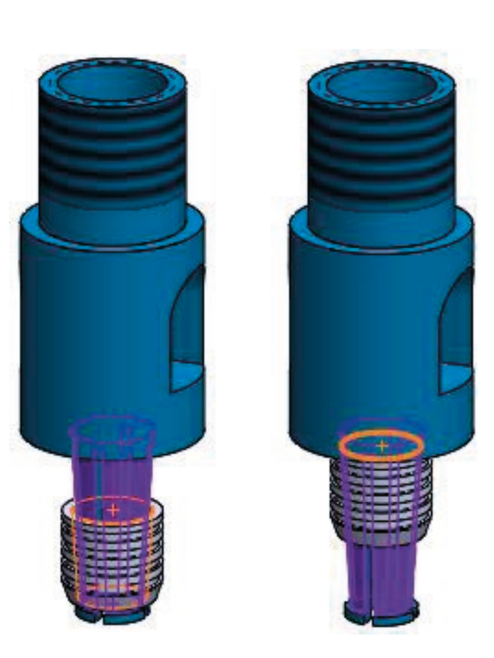
Ensamble la aguja deslizante:

- Inserte el cuerpo deslizante, emparejando su sistema de referencia con el del ensamblaje



- Inserte el casquillo:
  - Haga concéntricas las superficies cónica de ambas piezas
  - Haga coincidente el borde superior del casquillo con el de la boquilla cónica

Para simular la posición de boquilla apretada

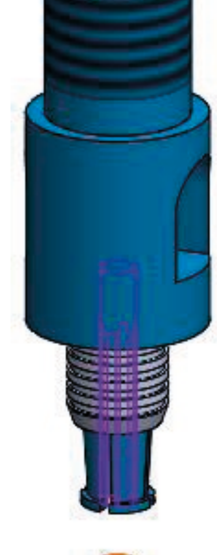


Ejecución

Inserte la aguja:

√ Haga concéntricos el agujero de la pinza del cuerpo y la superficie cilíndrica de la aguja

√ Haga coincidente la cara superior de la aguja con el final del agujero de la pinza, para simular la aguja subida a tope

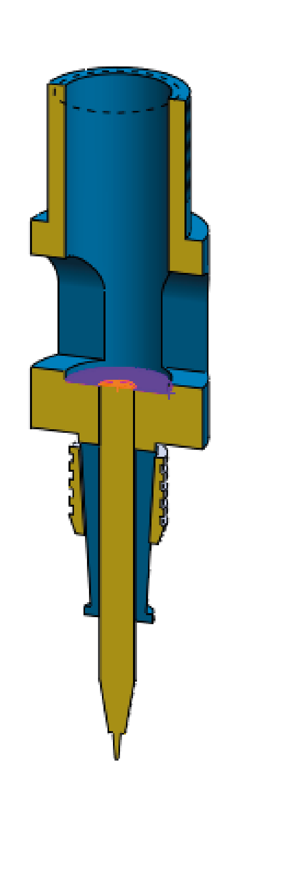


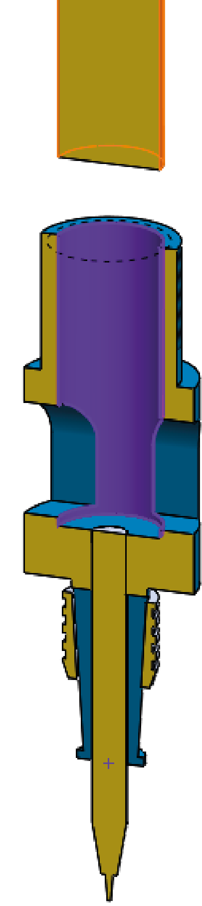
Inserte la zapata:

√ Haga concéntricas las superficies cilíndricas de la pieza y el agujero del cuerpo

√ Deje sin restringir la posición vertical, a la espera de añadir el tapón







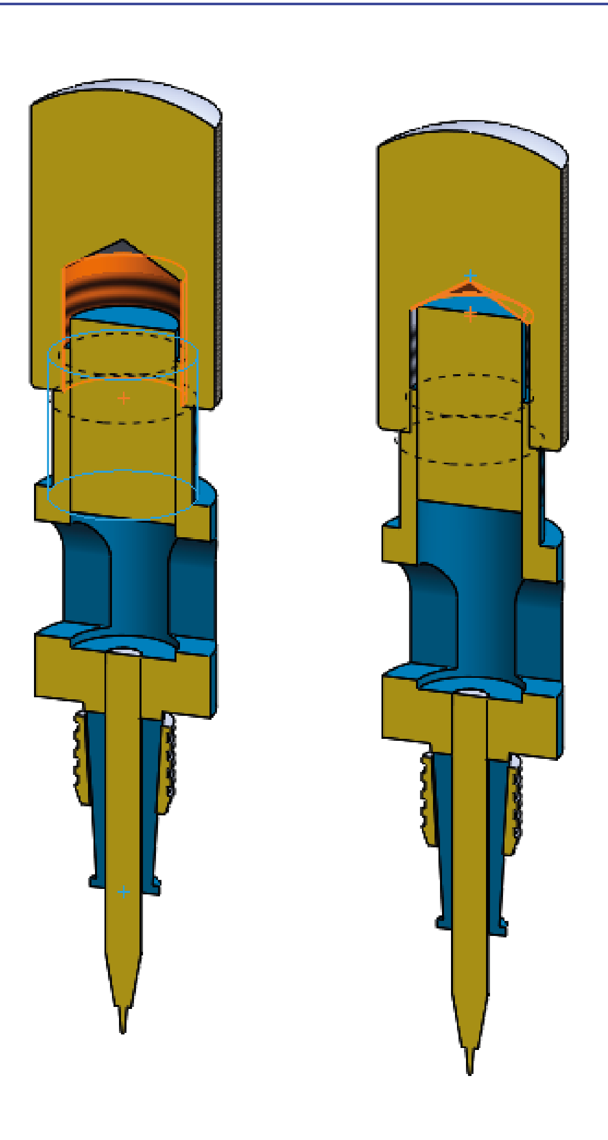
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Inserte el tapón de fijación:

- √ Haga concéntricas las roscas del tapón y del cuerpo
- √ Haga coincidente la cara superior de la zapata y el fondo del agujero del tapón, para simular que al enroscar el tapón empuja a la zapata
- √ Deje sin restringir la posición vertical conjunta del tapón y la zapata, a la espera de ensamblar con la barra



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

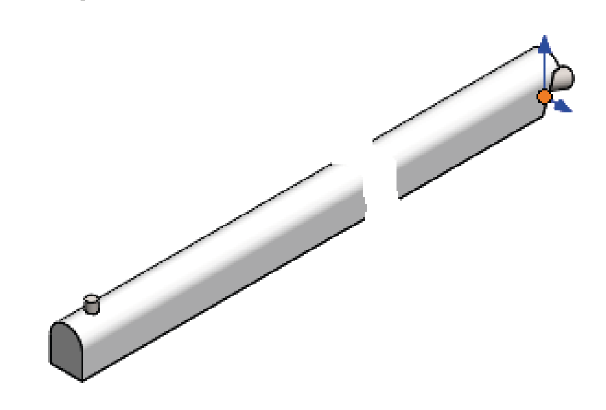
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Ensamble el alargador de compás:

√ Inserte como primer componente la guía

No es el ordena natural de ensamblaje, pero permite simular mejor el movimiento de la aguja sobre la barra

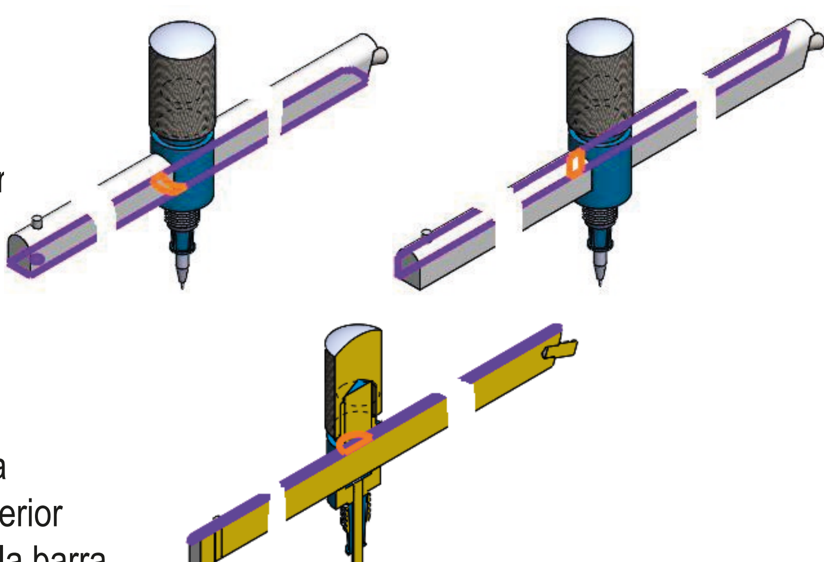


√ Inserte como segundo componente la aguja deslizante:

√ Haga paralelas la cara inferior del agujero y la de la barra

√ Haga paralelas la cara lateral del agujero y la de la barra

√ Simule la presión de la zapata haciendo tangente su cara inferior con la superficie cilíndrica de la barra



Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

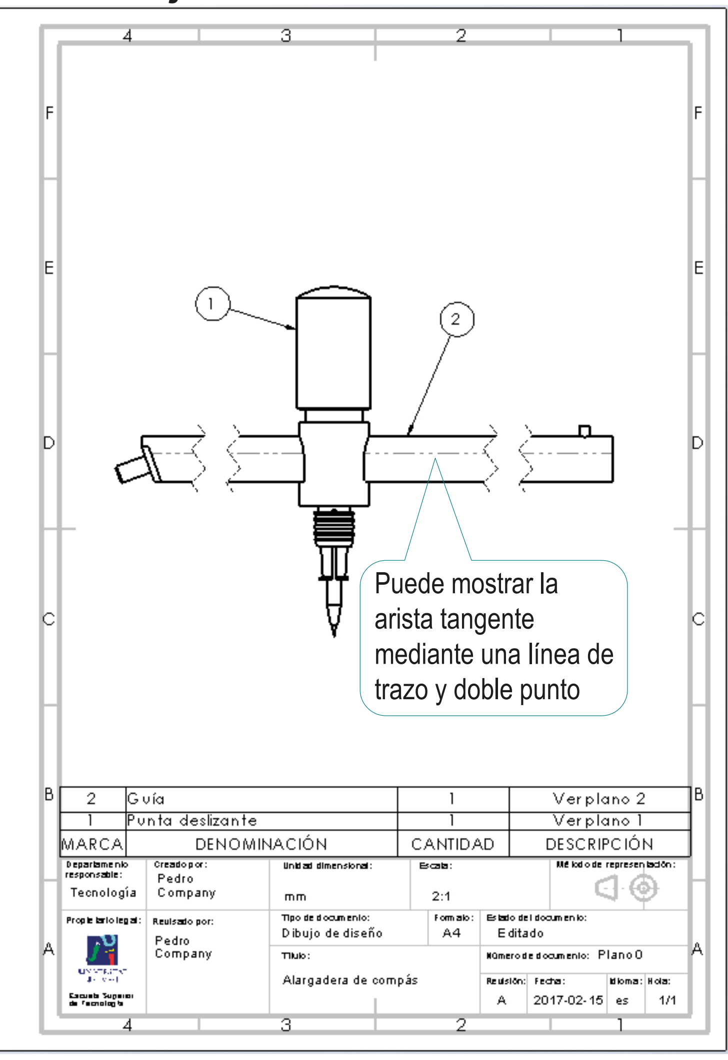
Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño del ensamblaje:

- √ Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1
- √ Añada el alzado del ensamblaje por extracción desde el modelo
- √ Aplique dos veces el comando de vista interrumpida, para poder dibujar a mayor escala



- √ Añada las marcas de los dos subconjuntos
- √ Añada la lista de despiece, indicando la numeración de los planos de los subconjuntos



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
- Conclusiones

Obtenga el dibujo de ensamblaje de la punta deslizante:

√ Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1

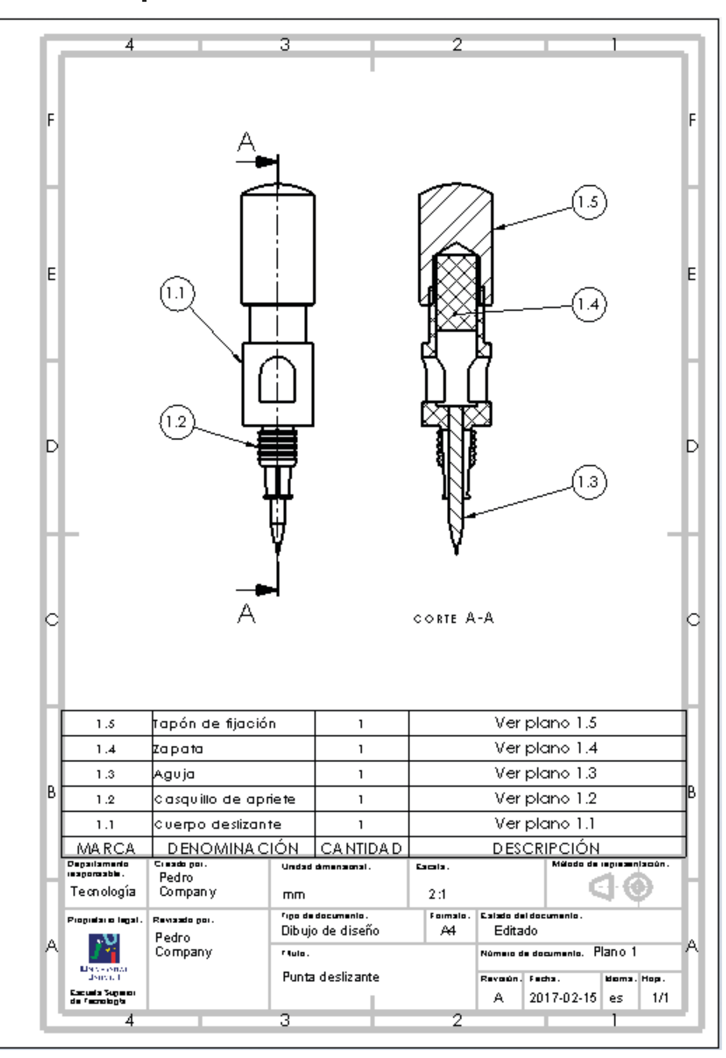
√ Añada el alzado del ensamblaje por extracción desde el modelo

√ Obtenga la vista lateral cortada

√ Añada las marcas de las piezas del subconjunto

Utilice una numeración jerárquica (1.i para la i-esima pieza del subconjunto 1)

√ Añada la lista de despiece, indicando la numeración de los planos de las piezas

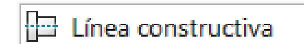


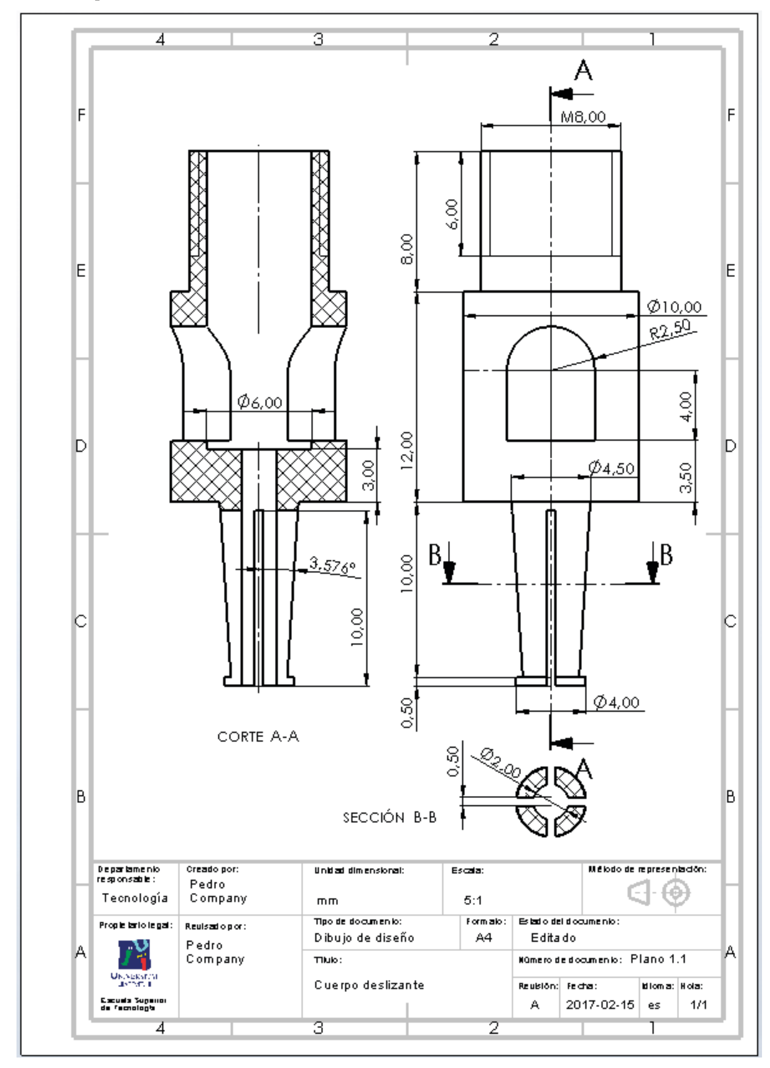
Obtenga el dibujo de diseño del cuerpo:

- √ Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1

La pieza cabe a escala 5:1

- √ Añada el alzado del cuerpo por extracción desde el modelo
- √ Obtenga el perfil cortado por el plano medio
- √ Añada una sección de la parte cónica, para mostrar las ranuras en cruz
- √ Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- √ Añada los ejes de revolución, mediante líneas constructivas





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

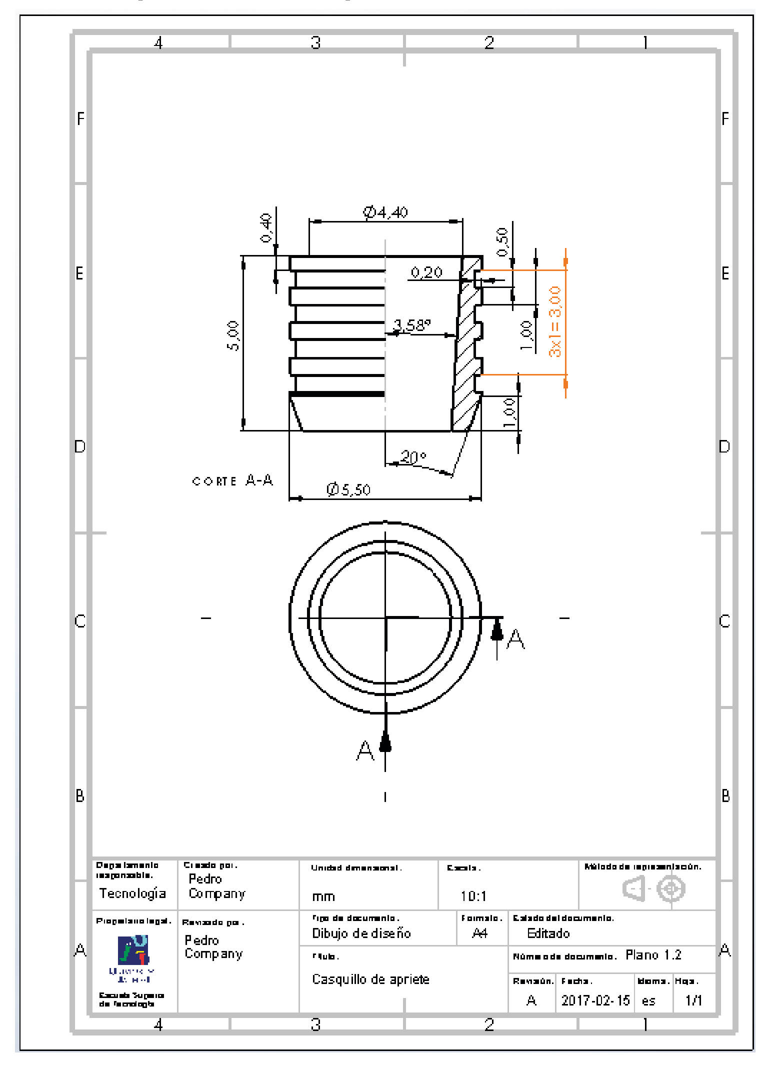
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño del casquillo de apriete:

- Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1

La pieza cabe a escala 10:1

- Añada la planta del casquillo por extracción desde el modelo
- Obtenga el alzado en semicorte
- Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- Añada la cota que incluye la nota de patrón de repetición



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Obtenga el dibujo de diseño de la aguja:

- √ Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1

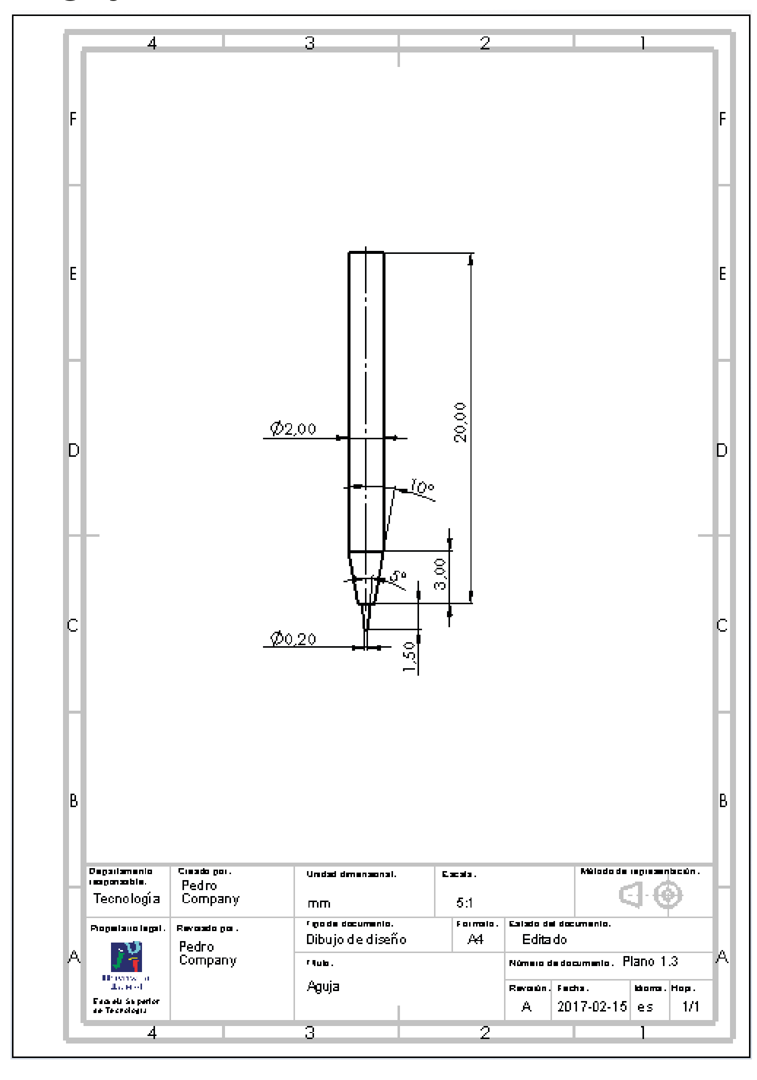
  La pieza cabe a escala 5:1

- √ Añada el alzado de la aguja por extracción desde el modelo

- √ Añada las cotas, por extracción desde el modelo

- √ Añada el eje de revolución, mediante una línea constructiva





Ejecución

Obtenga el dibujo de diseño de la zapata:

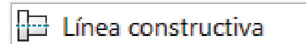
- Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1

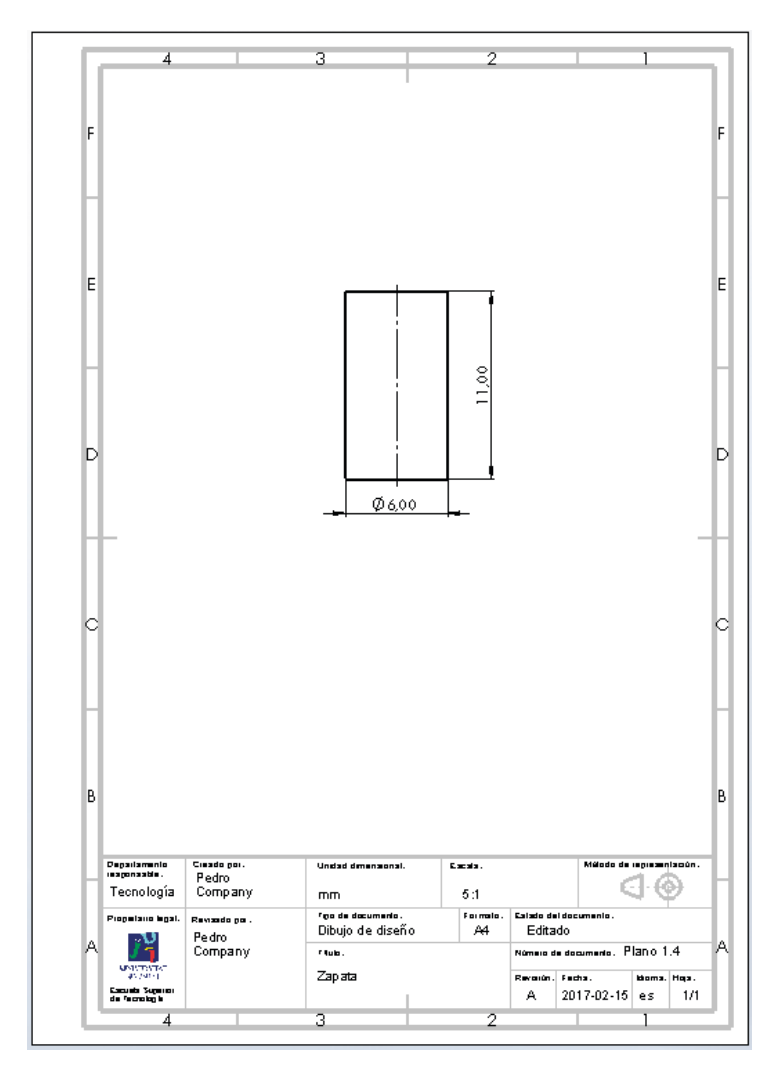
  La pieza cabe a escala 5:1

- Añada el alzado de la zapata por extracción desde el modelo

- Añada las cotas, por extracción desde el modelo

- Añada el eje de revolución, mediante una línea constructiva





Ejecución

Obtenga el dibujo de diseño del tapón de fijación:

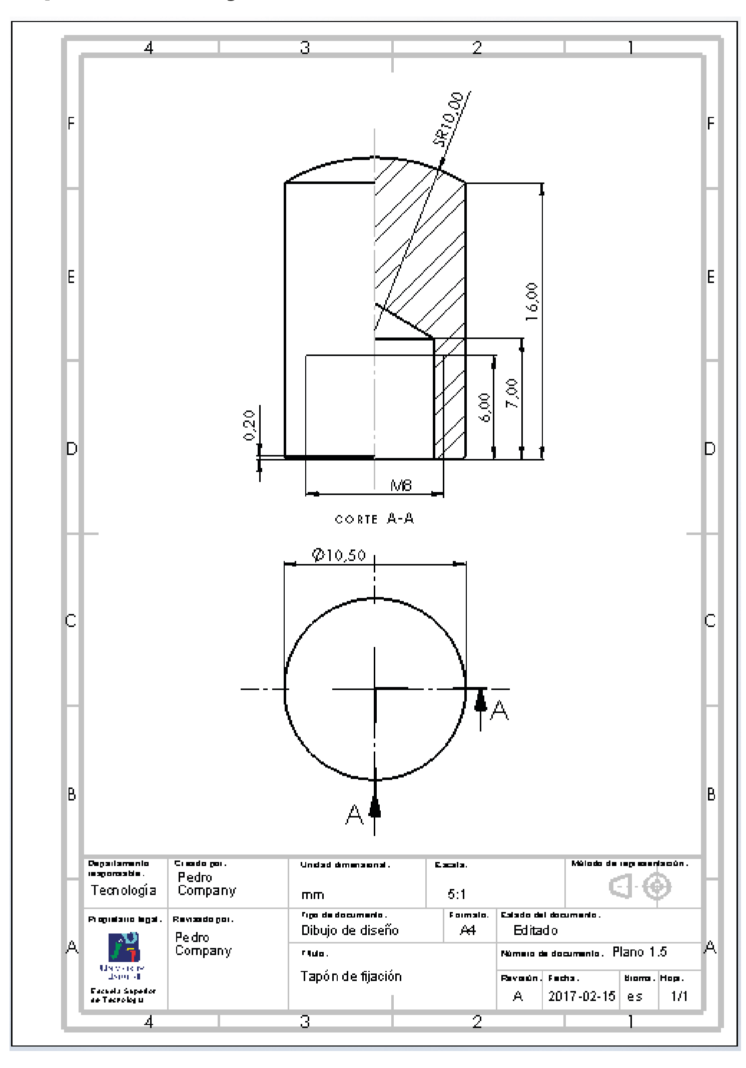
- Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1

  La pieza cabe a escala 5:1

- Añada la planta del tapón de fijación por extracción desde el modelo

- Obtenga el alzado en semicorte

- Añada las cotas, por extracción desde el modelo



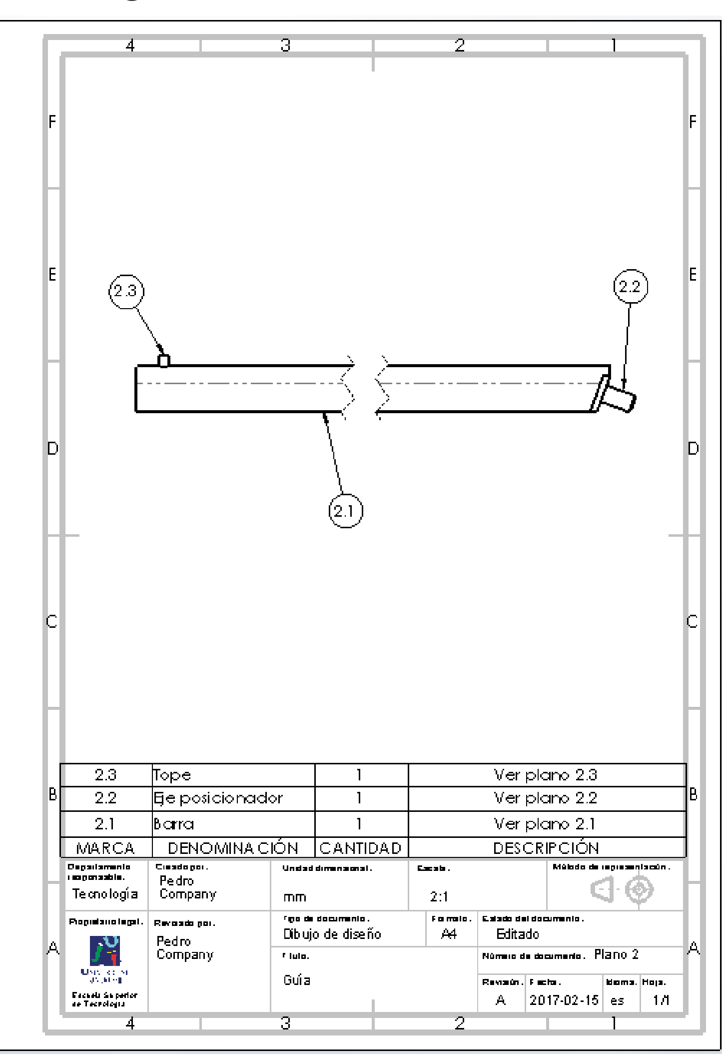
Ejecución

Obtenga el dibujo de ensamblaje de la guía:

- √ Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1
- √ Añada el alzado del ensamblaje por extracción desde el modelo
- √ Aplique el comando de vista interrumpida, para poder dibujar a mayor escala



- √ Añada las marcas de las tres piezas
- √ Añada la lista de despiece, indicando la numeración de los planos de las piezas

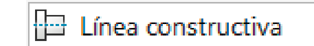


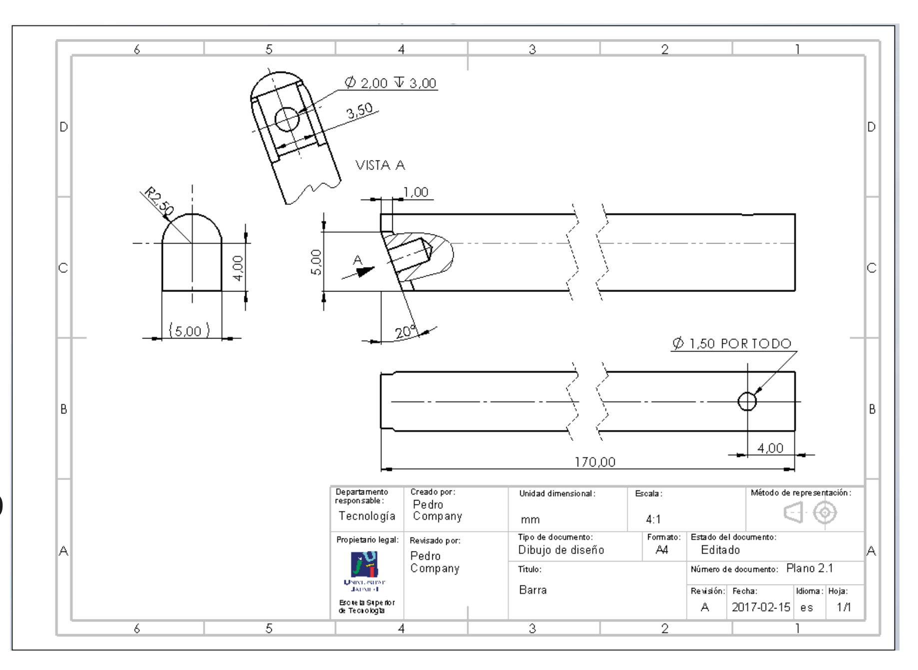
Obtenga el dibujo de diseño de la barra:

- √ Seleccione el formato A4 horizontal del ejercicio 3.1.2
- √ Añada el alzado, la planta y el perfil de la zapata por extracción desde el modelo
- √ Utilice vistas interrumpidas para que el dibujo quepa a tamaño grande en un formato pequeño
- √ Utilice una vista particular para mostrar el extremo acuñado
- √ Muestre los taladros mediante cortes locales

  Alternativamente, añada anotaciones de taladros para evitar vistas cortadas

- √ Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- √ Añada el eje de revolución, mediante una línea constructiva





Obtenga el dibujo de diseño del eje posicionador:

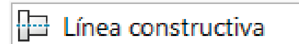
√ Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1

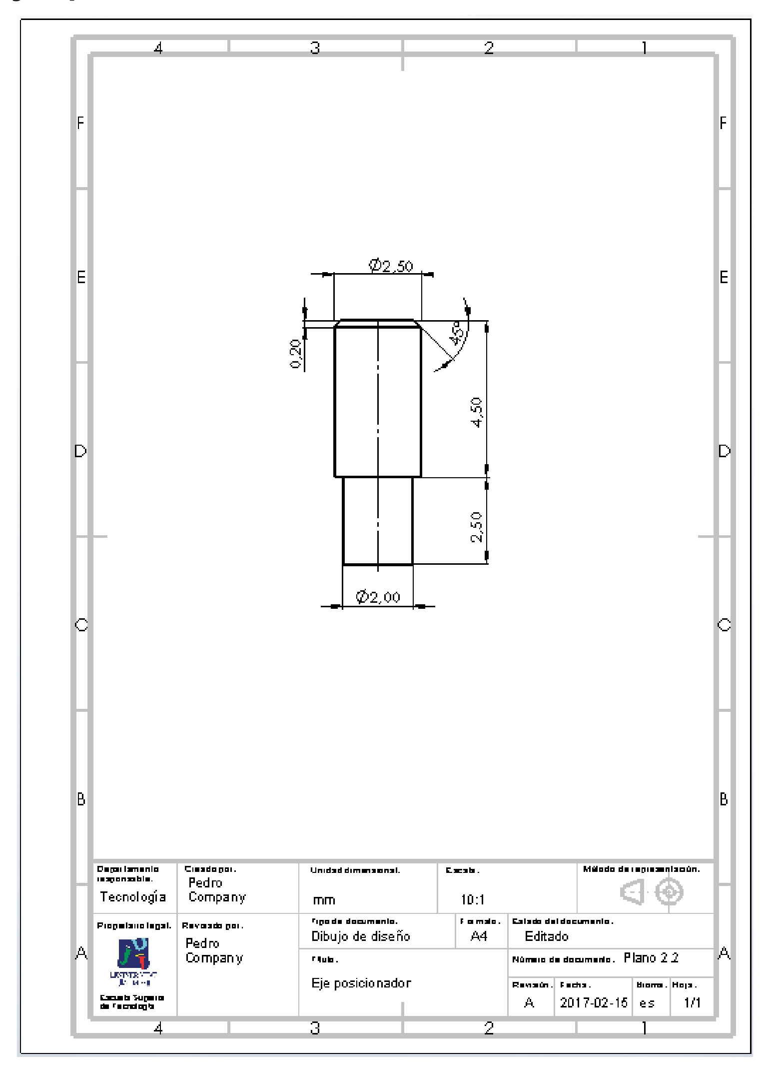
La pieza cabe a escala 10:1

√ Añada el alzado del eje posicionador por extracción desde el modelo

√ Añada las cotas, por extracción desde el modelo

√ Añada el eje de revolución, mediante una línea constructiva





ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño del tope:

- Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1

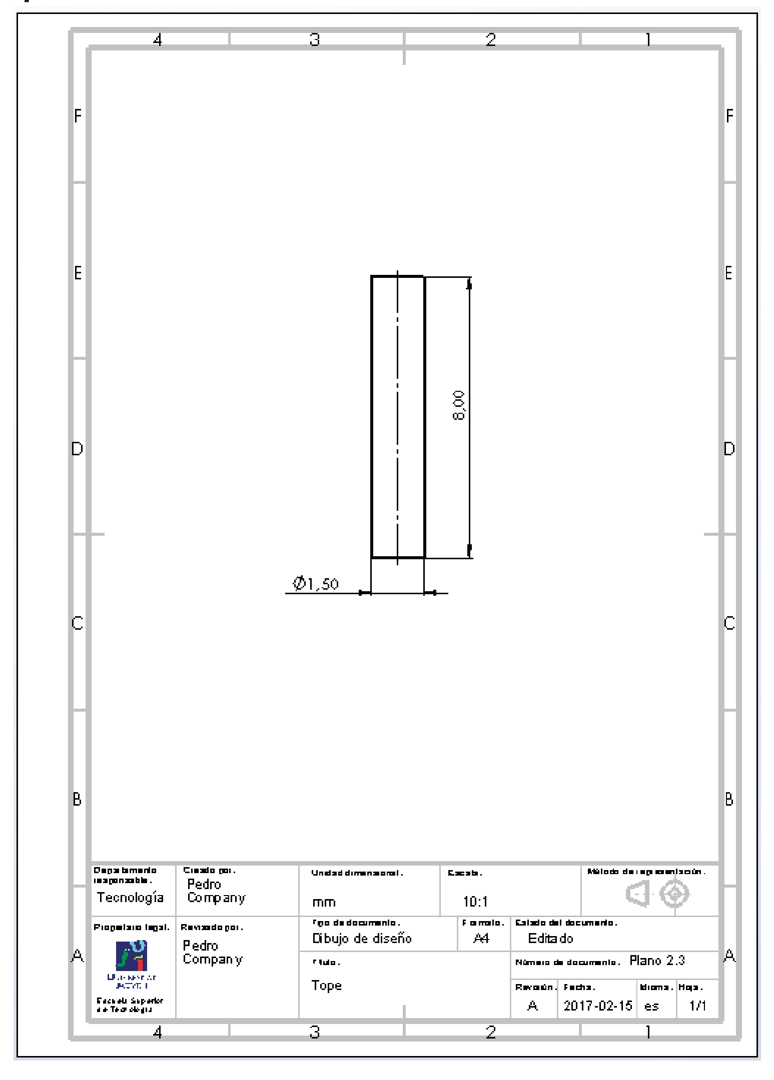
  La pieza cabe a escala 10:1

- Añada el alzado del tope por extracción desde el modelo

- Añada las cotas, por extracción desde el modelo

- Añada el eje de revolución, mediante una línea constructiva

  Línea constructiva



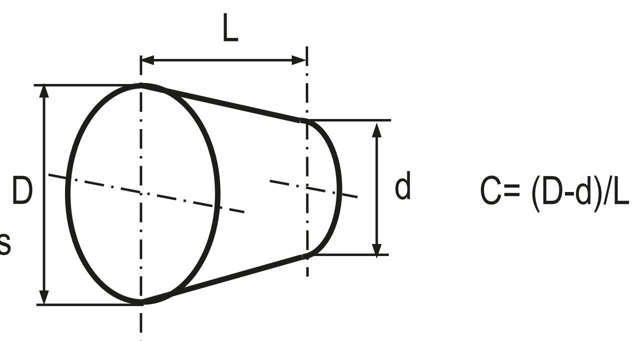
Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Añada las indicaciones de conicidad:

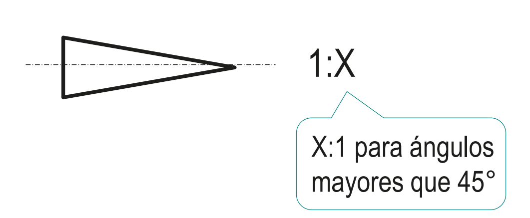
- Revise la norma ISO 3040:2016 (que reemplaza a UNE 1122:1996), para determinar el modo de indicar la conicidad en el cuerpo deslizante y el casquillo de apriete:

  - La inclinación de una superficie cónica se especifica como la relación entre la diferencia de los diámetros de dos secciones del cono y la distancia entre ellos

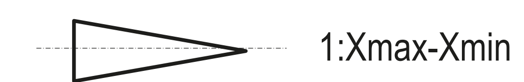


  - La norma especifica la acotación de la conicidad mediante un símbolo triangular

  - El símbolo precede a la indicación de la conicidad escrita como cociente con el valor mínimo normalizado a la unidad



  - Para indicar una tolerancia, se ponen los valores límites de la cifra diferente de 1



Ejecución

Tarea

Estrategia

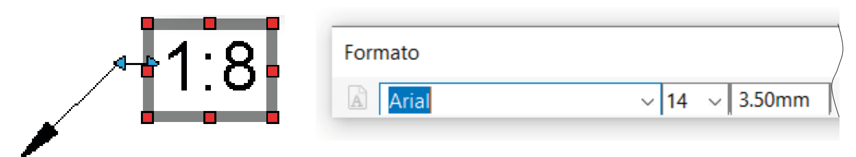
Ejecución

Conclusiones

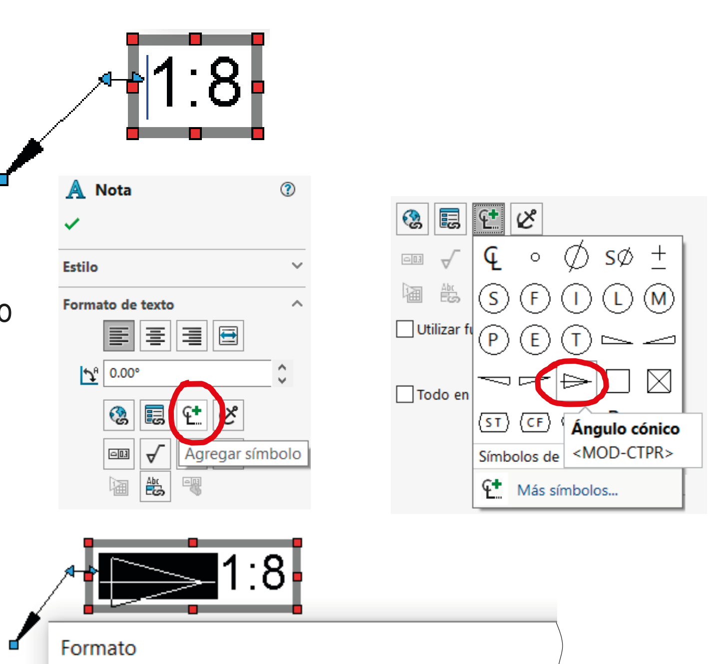
- Añada las anotaciones de conicidad:
  - Ejecute el comando *Nota* de la pestaña de menú *Anotación*



  - Escriba el texto de la nota y ajuste el formato



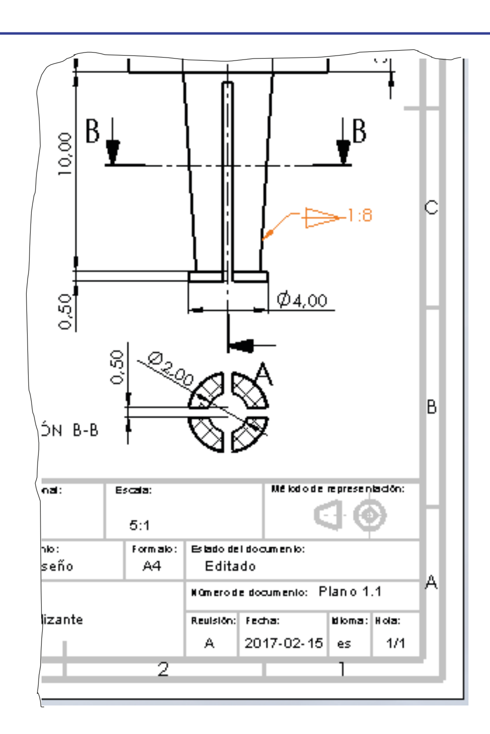
  - Inserte el símbolo de conicidad en el texto:
    - Coloque el cursor en el cuadro *Texto de nota* donde desee que aparezca el símbolo
    - Seleccione *Agregar símbolo*, dentro del apartado *Formato de texto*
    - Seleccione el símbolo de conicidad
    - Ajuste el tamaño del símbolo igual que si fuera un carácter del texto



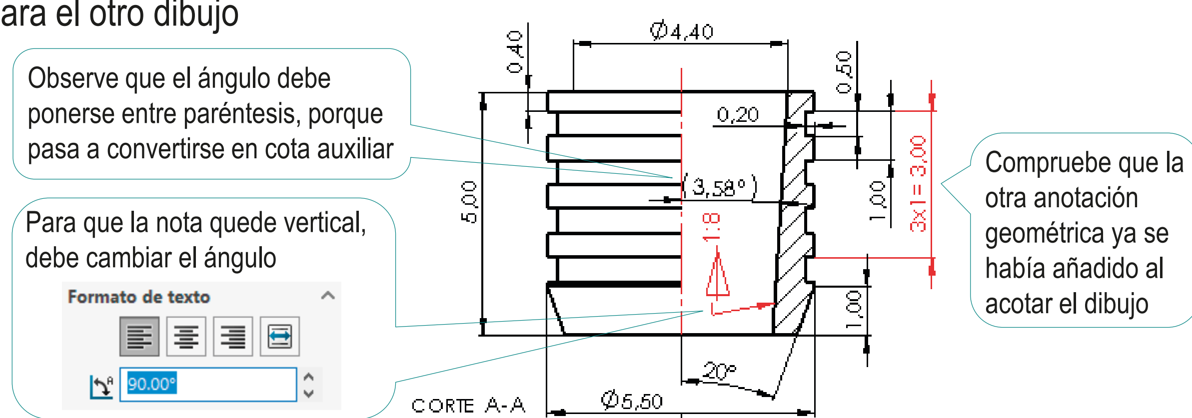
Ejecución

- Vincule la línea de referencia de la nota al dibujo, señalando al contorno cónico





- Repita el procedimiento para el otro dibujo



Ejecución

Añada las tolerancias resultantes de los ajustes:

- Dado que ambos ajustes deben obtenerse a partir del sistema de *agujero base* (con calidad IT 7), se debe consultar la correspondiente tabla de las que hay al final de la lección 4.3.3

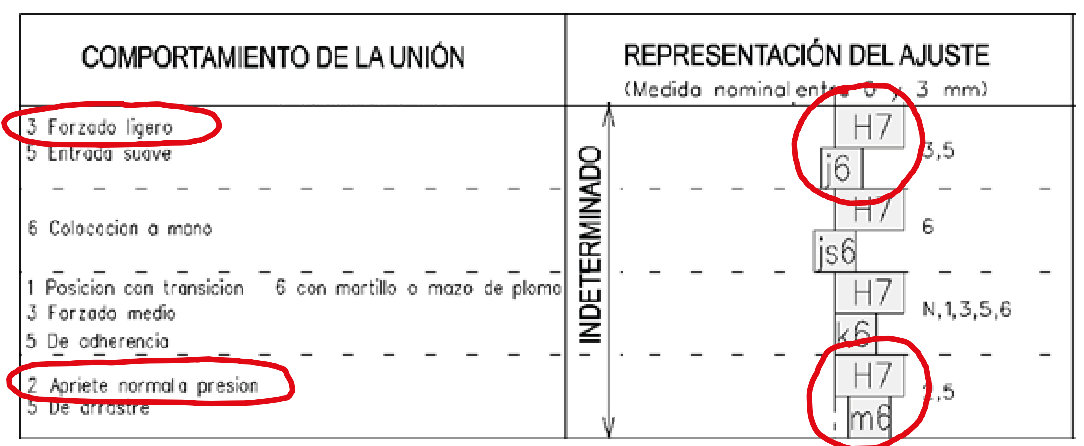


Ajustes preferentes de agujero base

COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN	REPRESENTACIÓN DEL AJUSTE	APLICACIONES

- El apriete forzado ligero con entrada suave entre la alargadera (marca 2) y el tope (marca 3) corresponde con unas tolerancias H7 / j6

- El apriete normal a presión montado a mano entre la alargadera (marca 2) y el eje posicionador (marca 4) corresponde con unas tolerancias H7 /m6



COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN	REPRESENTACIÓN DEL AJUSTE (Medida nominal entre 0 y 3 mm)	
3 Forzado ligero 5 Entrada suave	H7 / j6	3,5
6 Colocacion a mano	H7 / js6	6
1 Posicion con transicion 6 con martillo o mazo de plomo 3 Forzado medio 5 De adherencia	H7 / k6	N,1,3,5,6
2 Apriete normal a presion 5 De arrastre	H7 / m6	[illegible],5

Ejecución

√ Añada las tolerancias del apriete forzado ligero con entrada suave entre la alargadera (marca 2) y el tope (marca 3):

√ Una tolerancia j6 para la cota de Ø1,5 del tope:

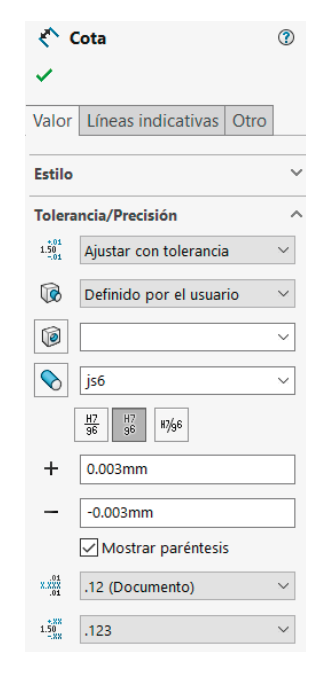
√ Edite la cota

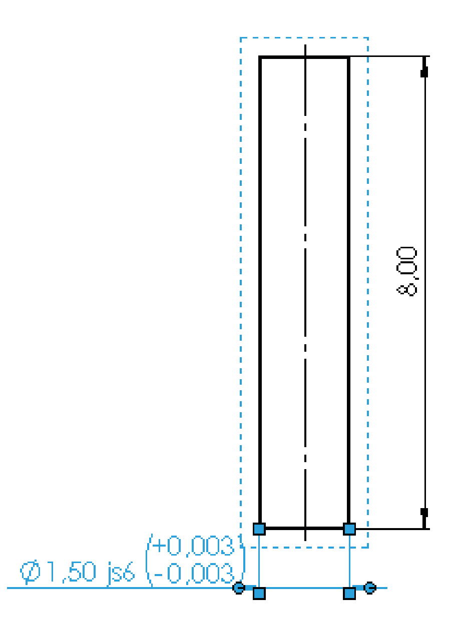
√ Seleccione *Ajustar con tolerancias* en la pestaña de *Tolerancias/Precisión*

√ Seleccione js6 en la casilla de *Ajuste de eje*

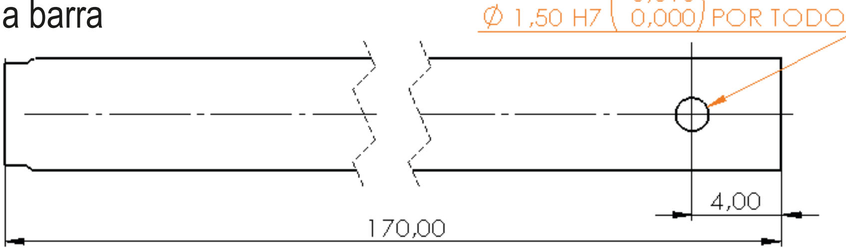
√ Seleccione *Mostrar paréntesis*

√ Seleccione tres decimales de precisión para las desviaciones





√ Una tolerancia H7 para la cota del agujero de Ø1,5 de la barra



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

√ Añada las tolerancias del apriete normal a presión montado a mano entre la alargadera (marca 2) y el eje posicionador (marca 4):

√ Una tolerancia m6 para la cota de Ø2 del eje posicionador:

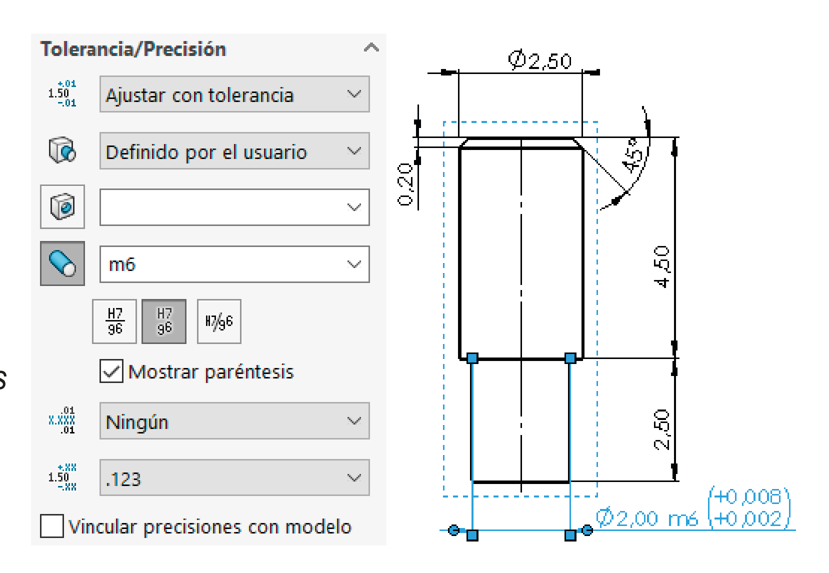
√ Edite la cota

√ Seleccione *Ajustar con tolerancias* en la pestaña de *Tolerancias/Precisión*

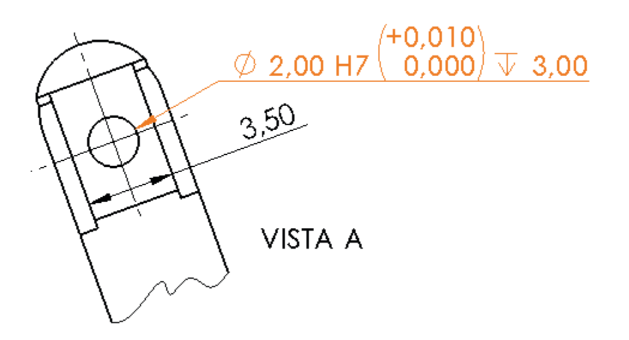
√ Seleccione m6 en la casilla de *Ajuste de eje*

√ Seleccione *Mostrar paréntesis*

√ Seleccione tres decimales de precisión para las desviaciones



√ Una tolerancia H7 para la cota del agujero de Ø2 de la barra

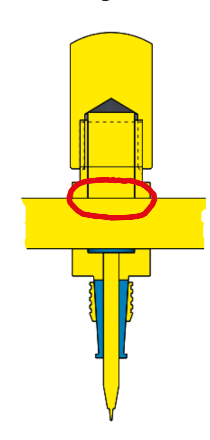


ISBN: 978-84-18951-43-5

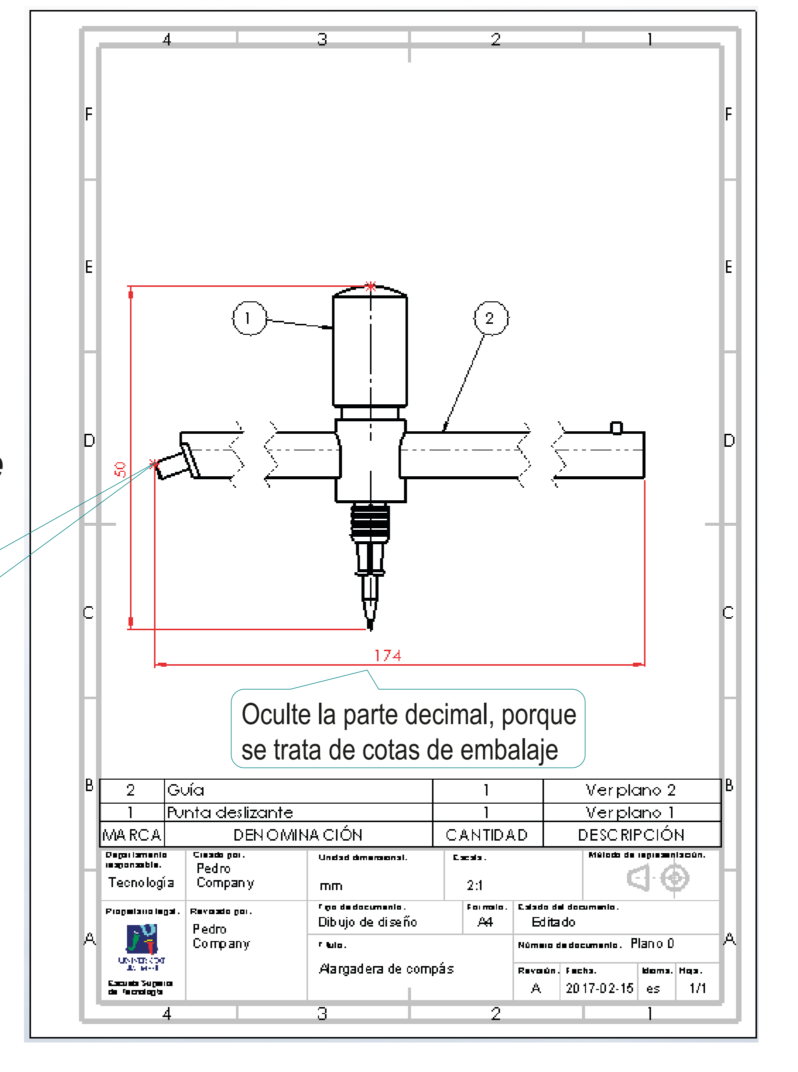
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Añada las cotas de embalaje en el dibujo de ensamblaje principal:



- Compruebe que el tapón esté roscado al máximo, mediante el emparejamiento que hace que la zapata apoye sobre la barra
- Ejecute el comando *Cota inteligente* de la pestaña de menú *Croquis*
- Añada las cotas de las dimensiones máximas



Utilice puntos de geometría auxiliar para referenciar las cotas

Ejecute el comando *Punto* de la pestaña de menú *Croquis*

Archivo Edición Ver Insertar
Cota inteligente
Punto
Croquiza un punto.
Ver diseño Anotación Croquis

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

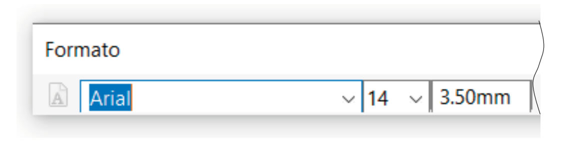
Ejecución

Añada la anotación de montaje del tope del subconjunto guía:

√ Ejecute el comando *Nota* de la pestaña de menú *Anotación*

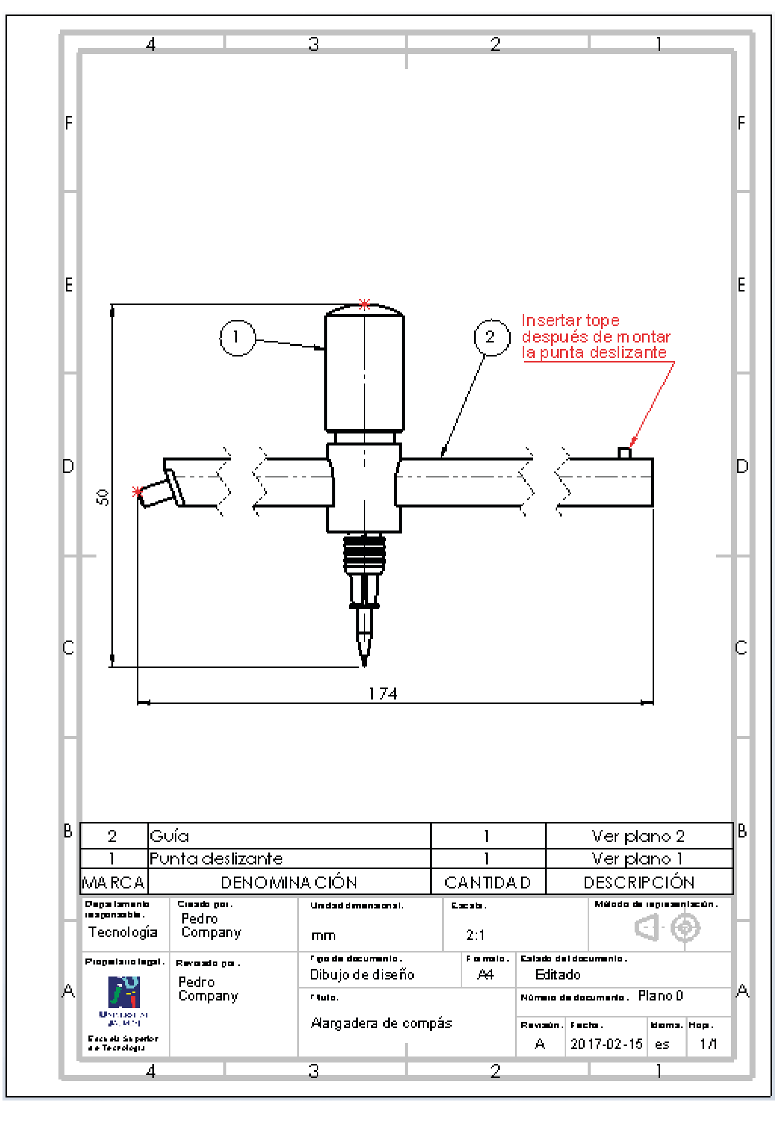


√ Escriba el texto de la nota y ajuste el formato



√ Vincule la nota al dibujo mediante una línea de referencia





Ejecución

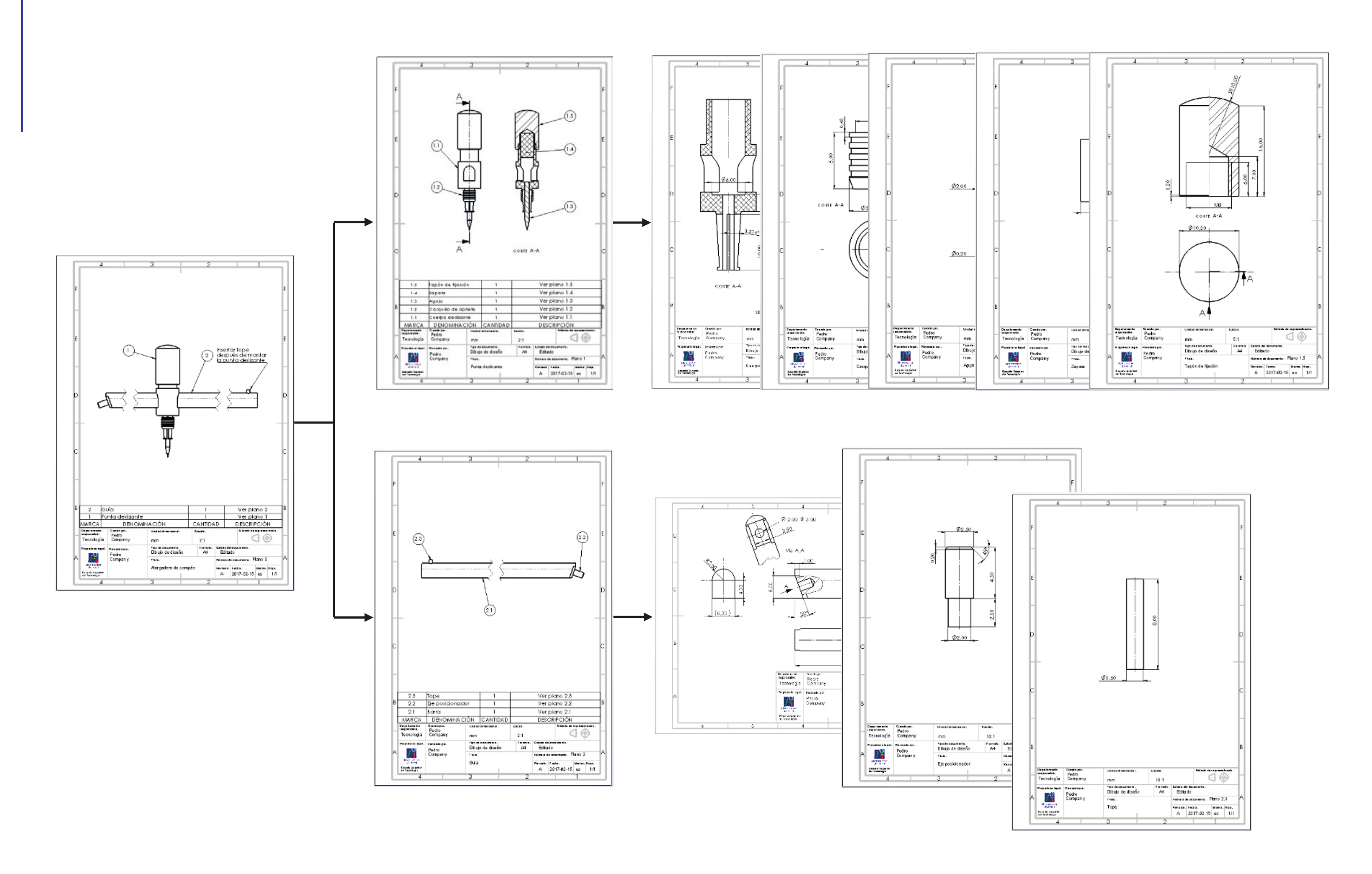
Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

El resultado final es un conjunto de tres dibujos de ensamblaje y ocho dibujos de piezas, todos ellos anotados:



Conclusiones

1 Las piezas de un conjunto se modelan por separado y se ensamblan después

2 Los ensamblajes deben descomponerse en sub-ensamblajes

Destacando así la funcionalidad de las diferentes partes

3 Los dibujos funcionales se obtienen añadiendo anotaciones a los dibujos de diseño

¡Los editores de notas y símbolos de fabricación ayudan a obtener las indicaciones!

4 Las anotaciones se añaden del mismo modo en dibujos de modelos y ensamblajes

Alternativamente, se pueden anotar modelos y ensamblajes, y exportar fácilmente las notas a los dibujos

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

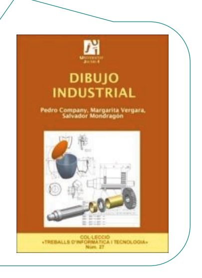
Ejercicio 4.3.4. Tornillo de joyero

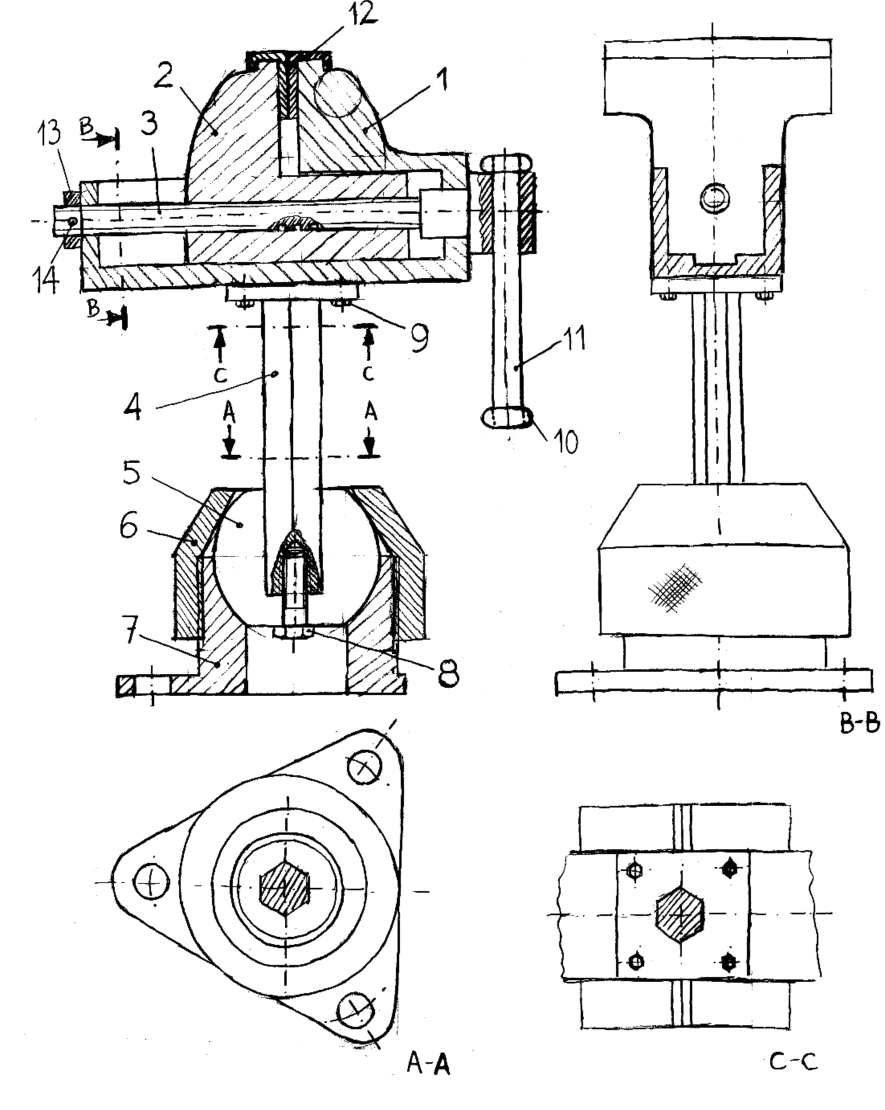
Tarea

En la figura se dan las vistas necesarias para definir el ensamblaje denominado "tornillo de banco de joyero"

Marca	Nº de piezas	Denominación
1	1	Mordaza fija
2	1	Mordaza móvil
3	1	Tornillo sinfín
4	1	Eje basculante
5	1	Rótula
6	1	Anillo de fijación
7	1	Soporte
8	1	Tornillo
9	4	Tornillo
10	2	Tope
11	1	Palanca
12	2	Almohadilla
13	1	Anillo
14	1	Pasador

Fuente: ejercicios 1.27 y 2.29





ISBN: 978-84-18951-43-5

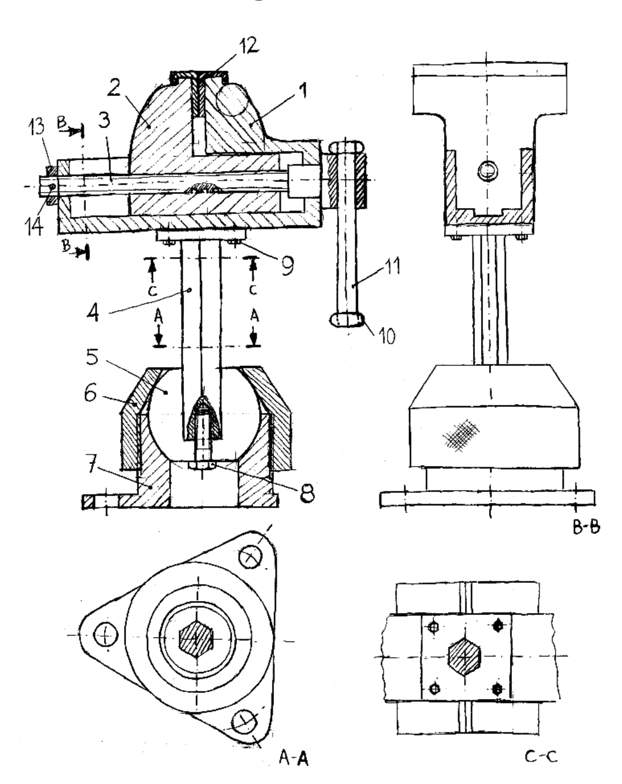
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

El montaje y funcionamiento se describen como sigue:

- El conjunto mordaza funciona mediante el giro de la palanca, que provoca el giro del tornillo sinfín, cuya rosca induce el desplazamiento de la mordaza móvil

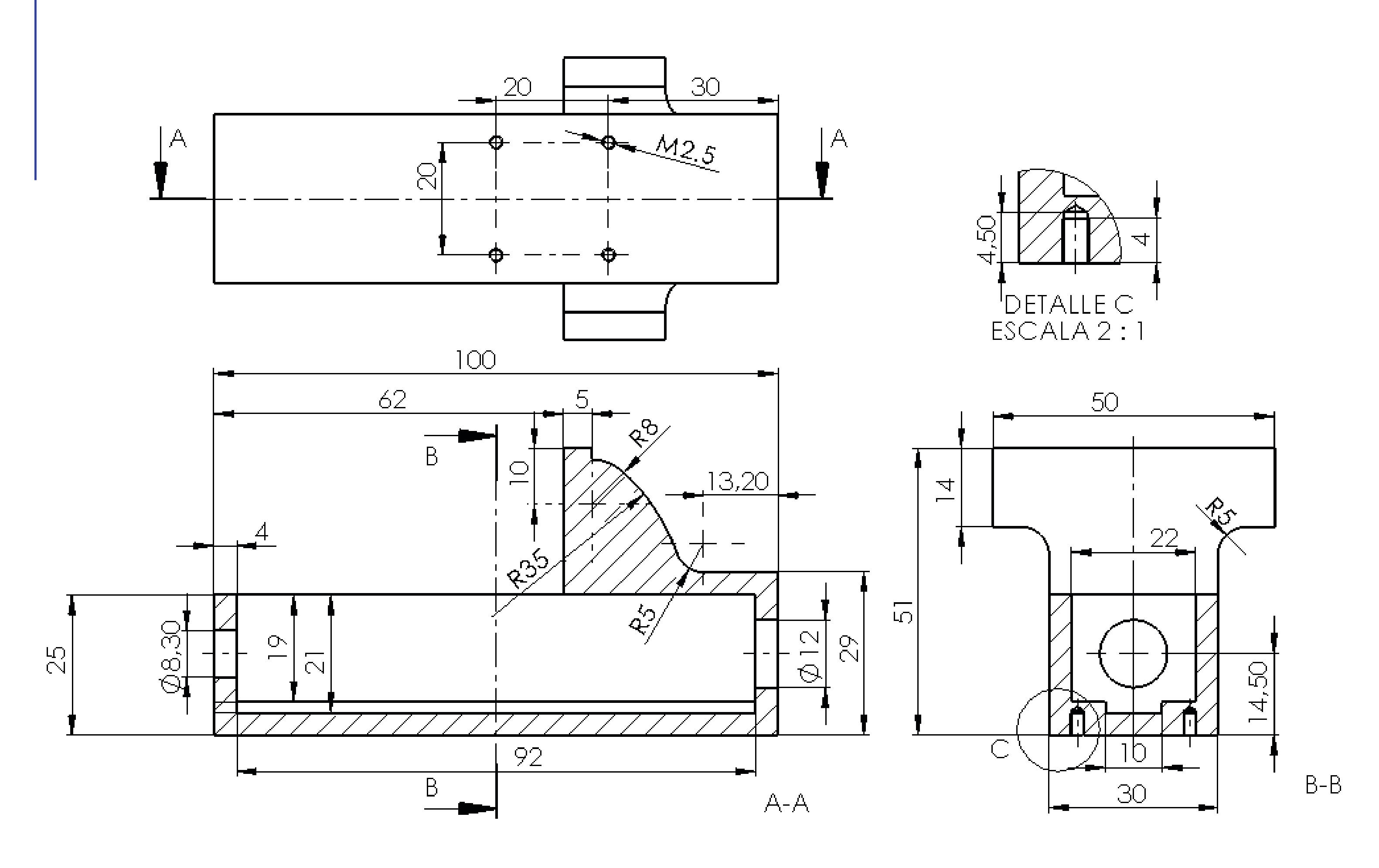


- Ambas mordazas se aproximan para sujetar algún objeto entre las almohadillas, o se separan para liberarlo

- El conjunto mordaza está sujeto al banco de trabajo mediante un soporte que sujeta una rótula de material elástico, la cual soporta un brazo formado por un eje basculante acabado en una placa de anclaje

- Al desenroscar el anillo de fijación, la rótula queda libre para girar, pudiendo así variar la orientación de la mordaza

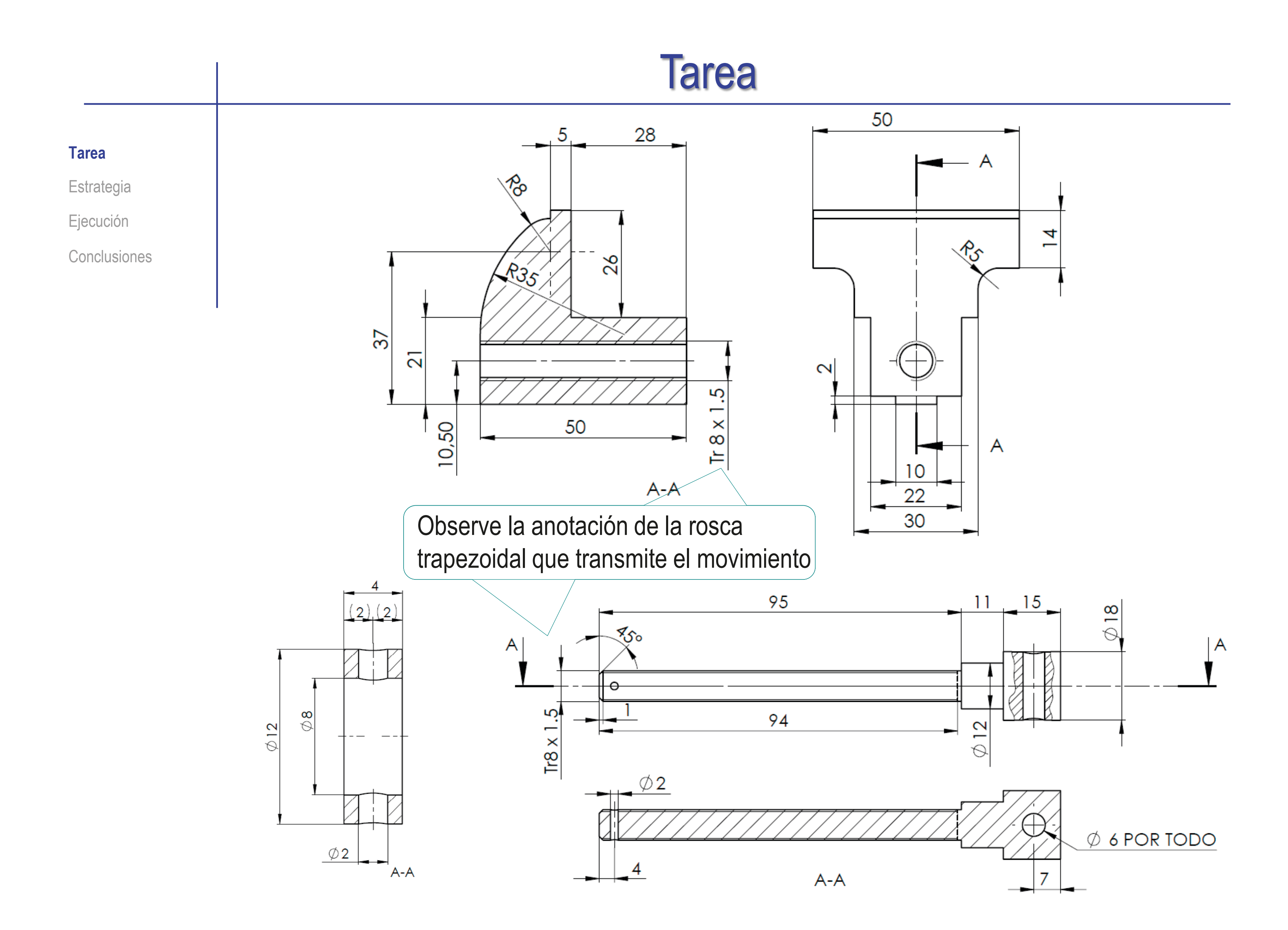
Las piezas se definen como sigue:



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

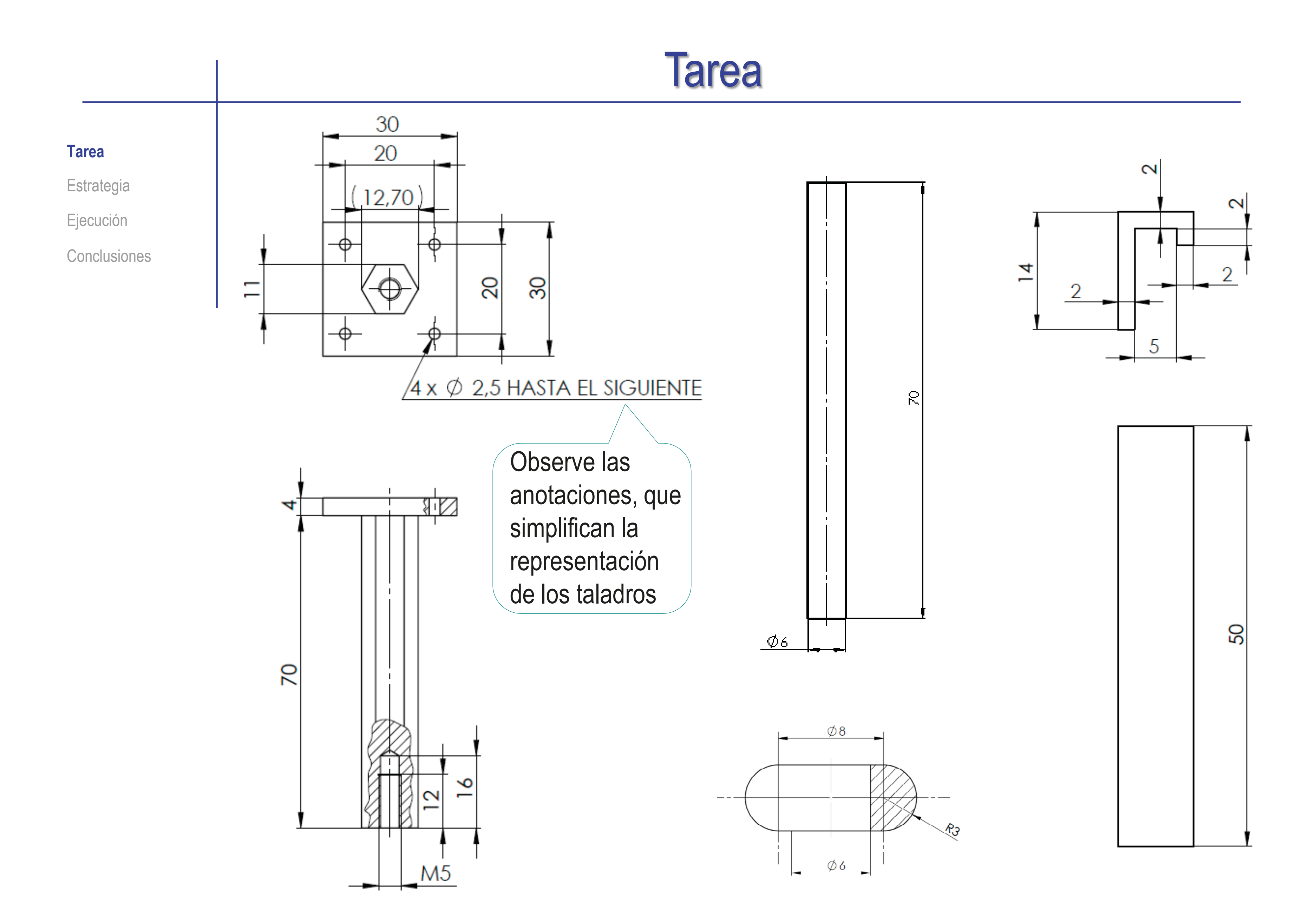
Tarea



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

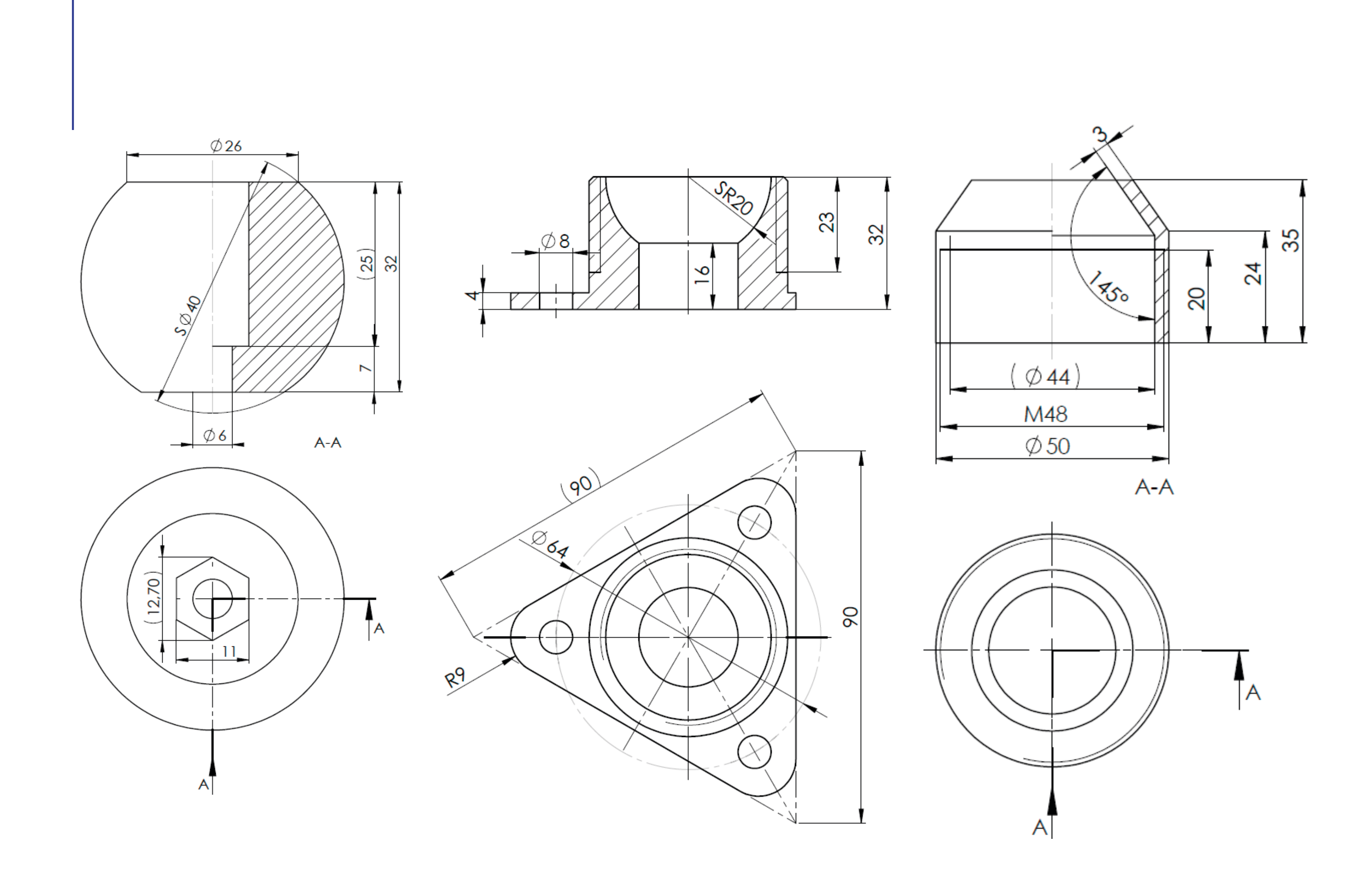
Tarea



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea



Ø26
SØ40
(25)
32
7
Ø6
A-A
(12,70)
11
A
Ø8
4
SR20
16
23
32
(90)
Ø64
R9
90
3
35
24
20
145°
(Ø44)
M48
Ø50
A-A
A

Tarea

Las piezas comerciales que complementan el ensamblaje son las siguientes:

√ Pieza que sujeta el eje basculante a la rótula:

Tornillo de cabeza hexagonal M5 x 20, de tipo ISO 4017

√ Pieza que sujeta el anillo al tornillo sinfín:

Pasador elástico ranurado M2 x 12, de tipo ISO 13337

√ Piezas que sujetan la mordaza al eje basculante:

Tornillos de cabeza hexagonal M2.5 x 6, de tipo ISO 4017

Tarea

Durante el diseño se han determinado algunos criterios que afectan al diseño y fabricación del objeto:

- √ Las roscas de las pieza marca 2 y 3 son roscas trapeciales, de paso 1.5 mm, mientras que el resto de elementos roscados del conjunto utilizan rosca métrica de paso normal y una entrada
- √ El anillo de apriete tiene la superficie cilíndrica de diámetro 50 mm moleteada, con un moleteado RAA 1 90°, según DIN 82
- √ La mordaza móvil desliza a través de la guía de la mordaza fija, por lo que las zonas de contacto deben ser fabricadas con una cierta calidad:
  - √ Indique una rugosidad media del perfil de rugosidades de 2 micras para las superficies de contacto en el deslizamiento de las piezas, con dirección predominante de las estrías paralela a la dirección de deslizamiento
  - √ Indique las tolerancias dimensionales necesarias para asegurar que la mordaza móvil tiene un ajuste fino holgado con la mordaza fija
  - √ Se debe utilizar el sistema de agujero único
- √ Para las zonas de apoyo entre mordazas, se precisan las siguientes tolerancias geométricas:
  - √ Tolerancia de planicidad de valor 0.05 mm para las superficies de apoyo de la mordaza móvil
  - √ Tolerancia de planicidad de valor 0.05 mm por tramos de 50mm para la mordaza fija

Tarea

Tareas:

A A partir de los datos facilitados, obtenga los modelos de las piezas, y el ensamblaje del tornillo para banco de joyero

B Obtenga los dibujo de diseño de todas las piezas, incluyendo las anotaciones de roscas y taladros

C Convierta los dibujos de diseño en dibujos de fabricación, incluyendo las indicaciones de fabricación especificadas

D Obtenga el documento planos

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

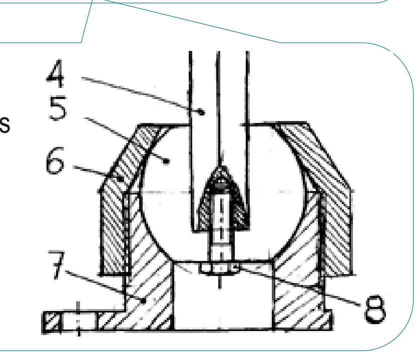
La estrategia consta de cinco pasos:

1 Obtenga los modelos sólidos a partir de los dibujos de diseño

2 Obtenga el ensamblaje, separado en subensamblajes funcionales

Se distingue fácilmente entre el soporte (piezas 4, 5, 6, 7 y 8), y la mordaza (resto de piezas, salvo los tornillos 9, que unen ambos subconjuntos)

Pero, al analizar el montaje, se observa que primero se montan las piezas 4, 5 y 8, aunque la pieza 6 debe dejarse encajada en la pieza 4 antes de insertar la pieza 6, mientras que todo el subconjunto se enrosca en el soporte 7 al final



3 Extraiga los dibujos de diseño a partir de los modelos, y replicando al máximo los dibujos de diseño facilitados en la descripción del producto

4 Añada las indicaciones de fabricación en los dibujos

Utilizando los editores de símbolos de fabricación, y haciendo todos los estudios necesarios para determinar los símbolos apropiados en cada caso

Alternativamente, añada las anotaciones de fabricación en los modelos de las piezas, para obtener los dibujos de fabricación por extracción de las anotaciones de los modelos

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

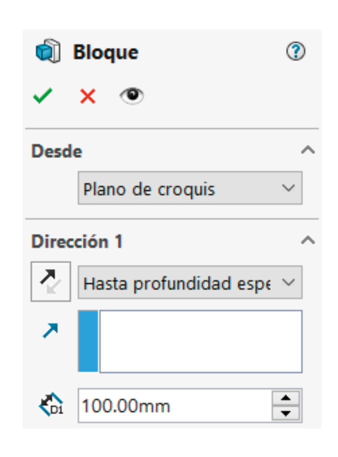
5 Obtenga el documento planos:

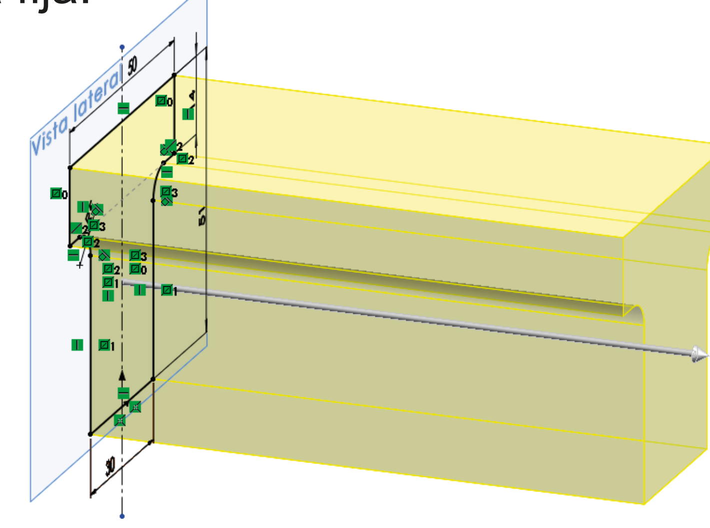
- √ Determine una organización jerárquica de los dibujos:
  - √ Coloque primero el dibujo de ensamblaje (Plano 1)
  - √ Añada a continuación el subensamblaje del brazo con soporte (Plano 1.1)
  - √ Incluya el dibujo del soporte (Plano 1.1.1)
  - √ Incluya el dibujo del subensamblaje brazo (Plano 1.1.2)
  - √ Incluya los dibujos de las tres piezas del subensamblaje brazo (Planos 1.1.2.1, 1.1.2.2 y 1.1.2.3)
  - √ Repita la organización jerárquica para el subensamblaje mordaza (Plano 1.2) y las piezas que lo componen (Planos 1.2.1 a 1.2.8)
- √ Convierta el conjunto de dibujos en un documento en formato papel digital compatible
  - √ Identifique cada dibujo con un número de documento
  - √ Organice los dibujos siguiendo los números de documento
  - √ Convierta cada dibujo a un formato compatible de papel digital
  - √ Agrupe todos los documentos en un documento único

Ejecución: modelos

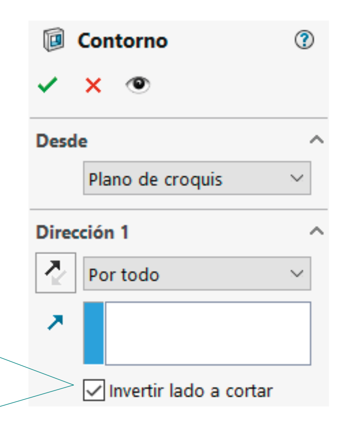
Obtenga el modelo de la mordaza fija:

√ Dibuje el perfil lateral y extruya

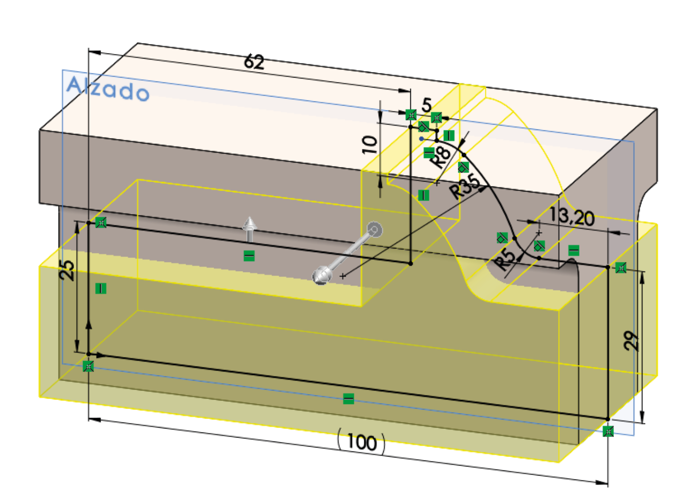




√ Dibuje el perfil frontal y extruya un corte



Marque la opción de invertir lado a cortar, para recortar el contorno, en lugar de producir un agujero



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

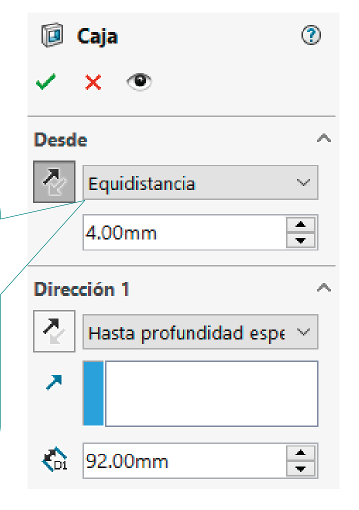
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

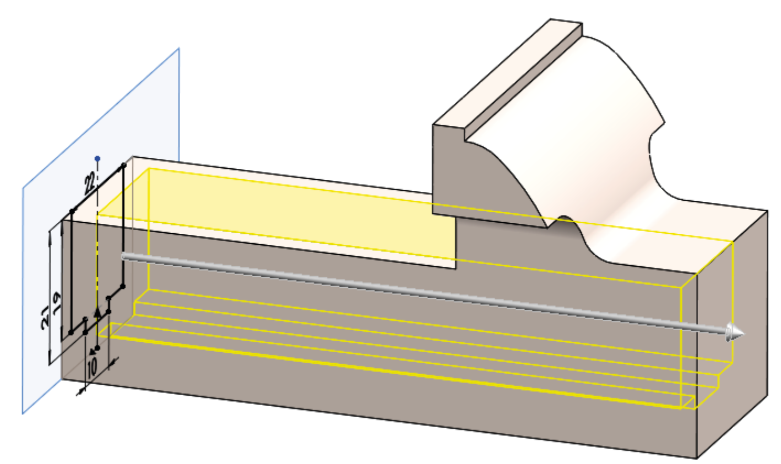
Ejecución: modelos

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

√ Añada el hueco guía

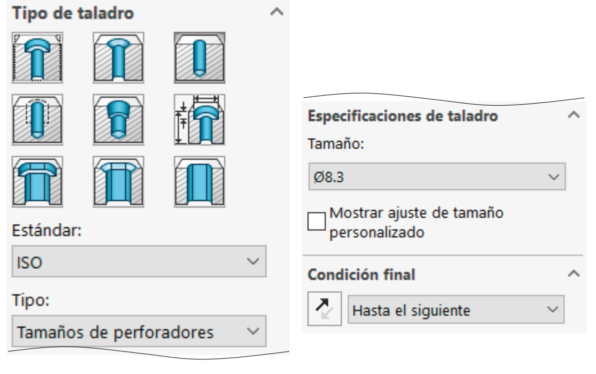
Utilice equidistancia para dejar sin cortar el espesor de la pared que queda pegada al plano de croquis

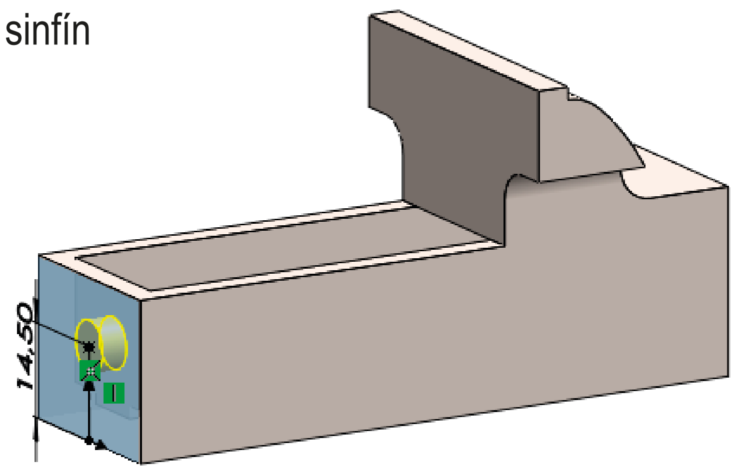






√ Añada el taladro delantero para el tornillo sinfín





Ejecución: modelos

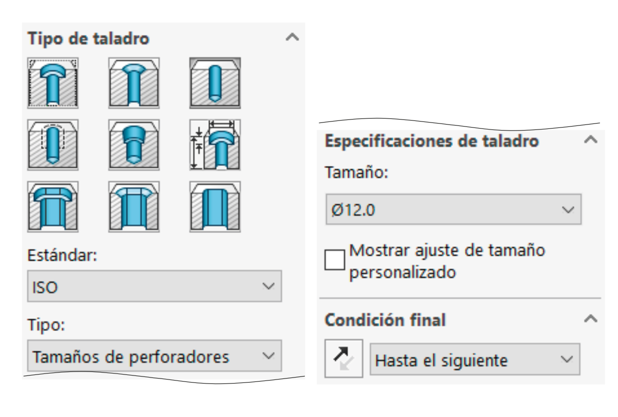
Tarea

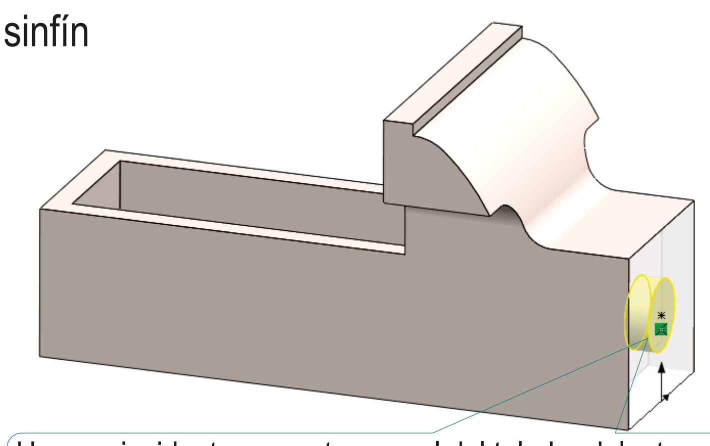
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

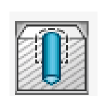
√ Añada el taladro trasero para el tornillo sinfín

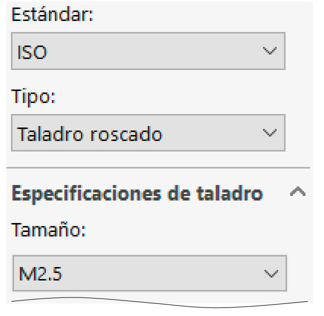


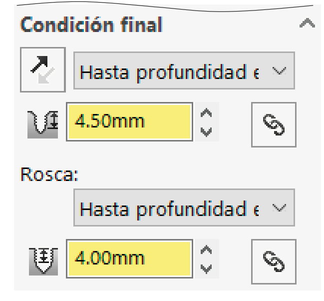


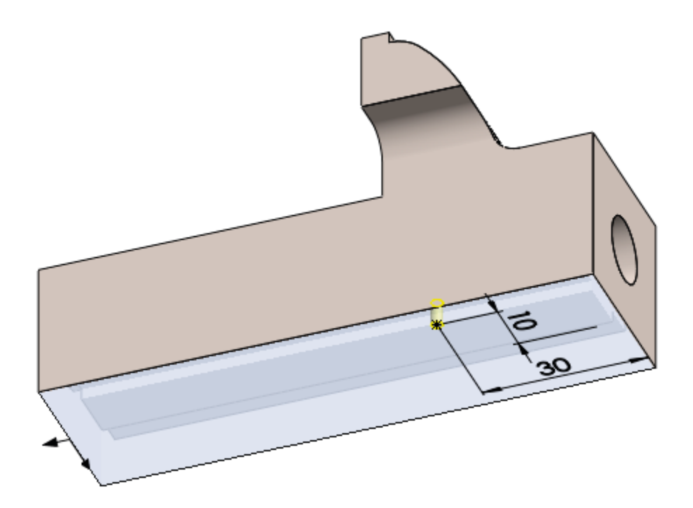
Haga coincidente su centro con el del taladro delantero, para asegurar que se mantienen alineados

√ Añada los taladros ciegos roscados para sujetar la mordaza al soporte:

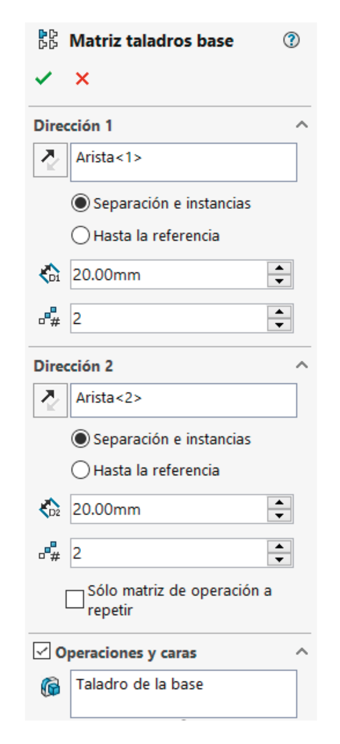
√ Añada el primero mediante el comando taladro roscado 

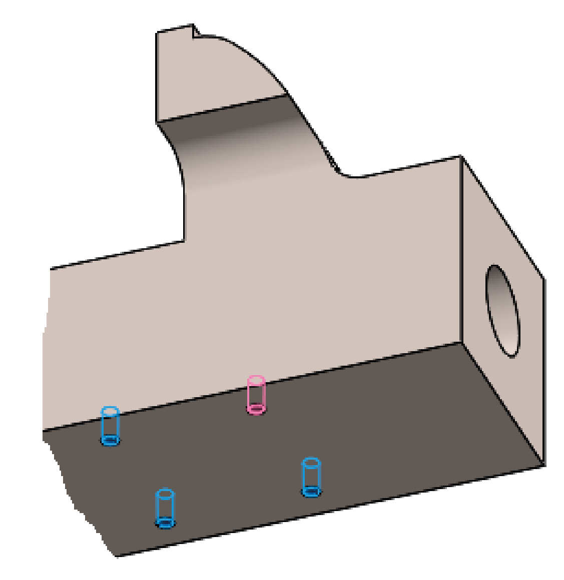




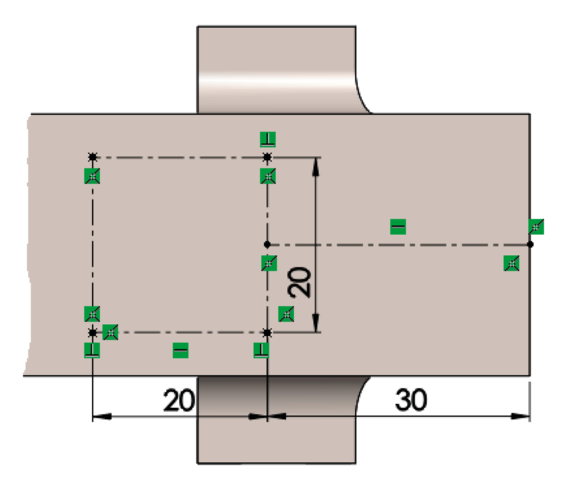


√ Añada los otros tres taladros mediante un patrón





Alternativamente, dibuje una plantilla de taladros en un croquis auxiliar, y coloque cuatro copias del taladro en el momento de su creación



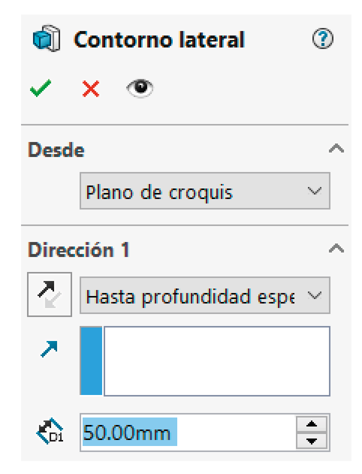
ISBN: 978-84-18951-43-5

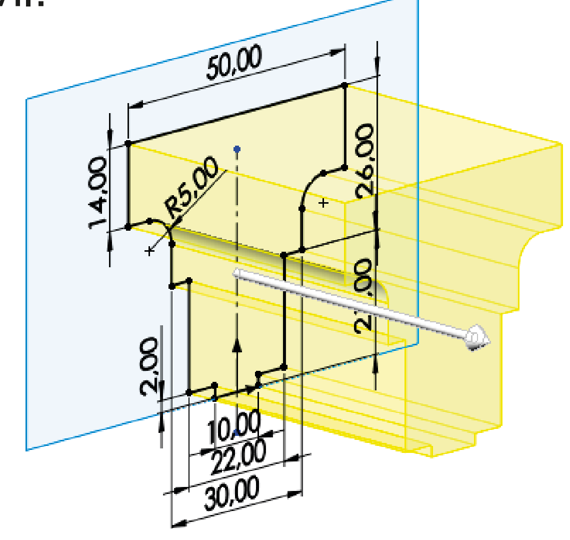
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

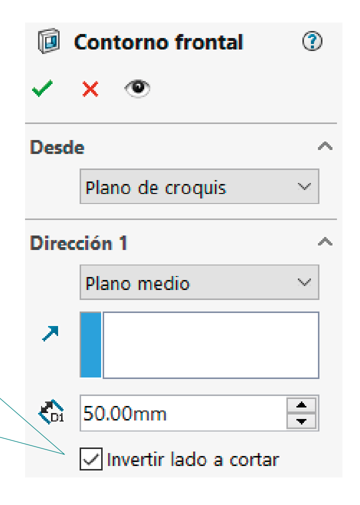
Obtenga el modelo de la mordaza móvil:

- Dibuje el perfil lateral y extruya

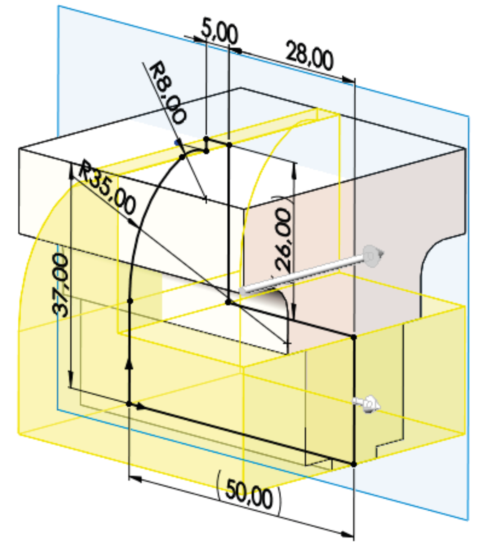




- Dibuje el perfil frontal y extruya un corte



Marque la opción de invertir lado a cortar, para recortar el contorno, en lugar de producir un agujero



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

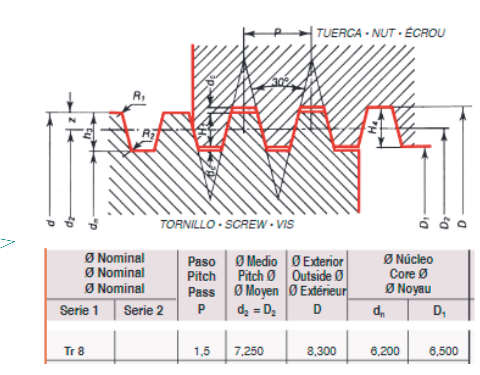
Ejecución: modelos

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
- Conclusiones

√ Añada el taladro roscado para el tornillo sinfín:

√ Consulte la norma DIN 103 para conocer los diámetros de los agujeros roscado con rosca trapezoidal

Alternativamente, consulte cualquier catálogo comercial de piezas con rosca trapezoidal normalizada



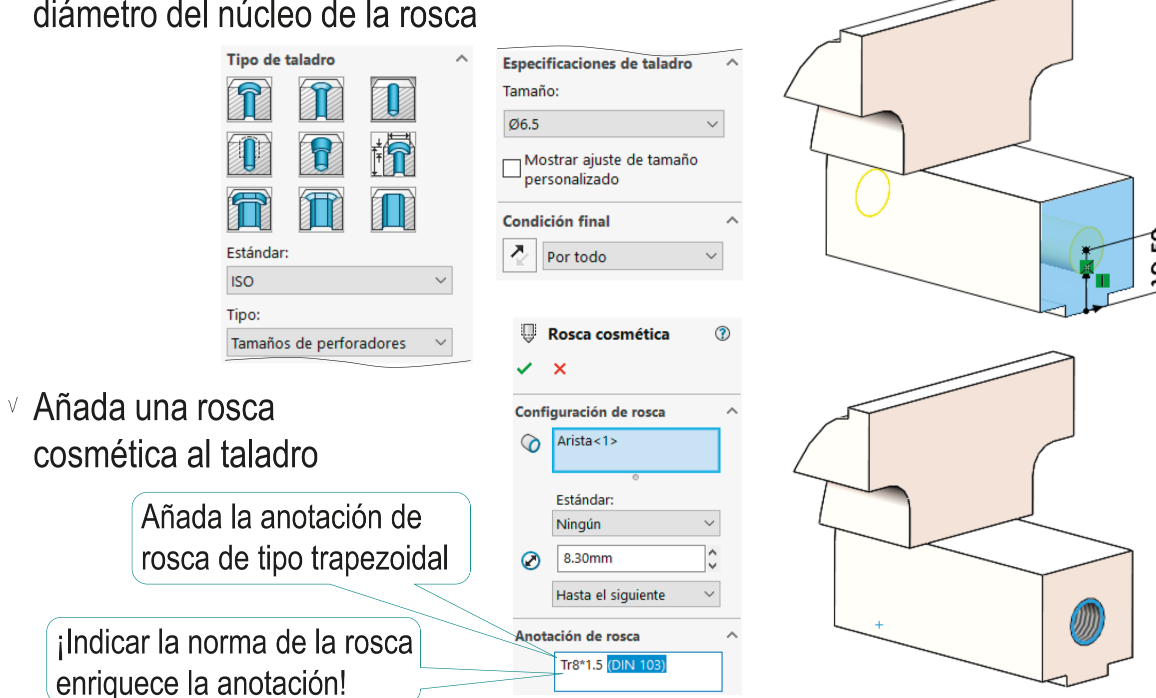
Ø Nominal Ø Nominal Ø Nominal		Paso Pitch Pass	Ø Medio Pitch Ø Ø Moyen	Ø Exterior Outside Ø Ø Extérieur	Ø Núcleo Core Ø Ø Noyau	
Serie 1	Serie 2	P	$d_2 = D_2$	D	d_n	D_1
Tr 8		1,5	7,250	8,300	6,200	6,500

√ Añada un taladro liso pasante, con el diámetro del núcleo de la rosca

√ Añada una rosca cosmética al taladro

Añada la anotación de rosca de tipo trapezoidal

¡Indicar la norma de la rosca enriquece la anotación!



ISBN: 978-84-18951-43-5

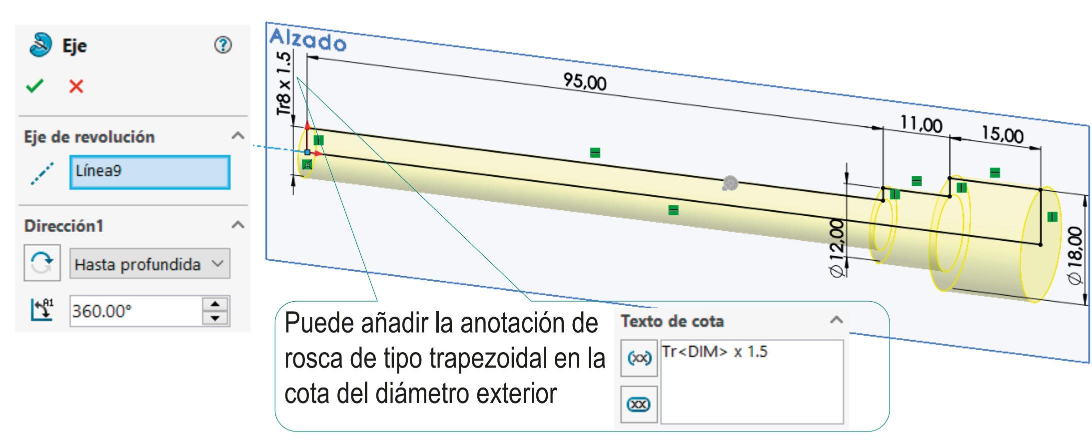
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

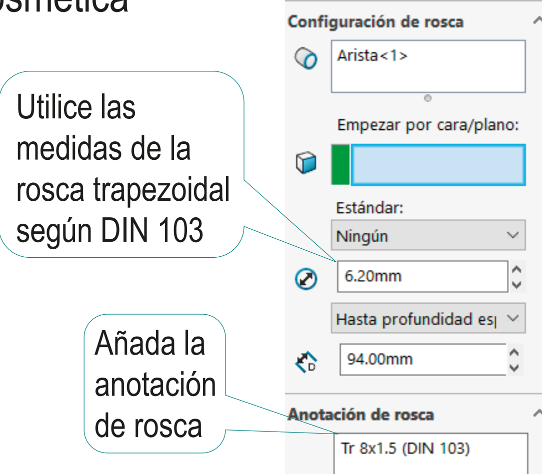
Ejecución: modelos

Obtenga el modelo del tornillo sinfín:

√ Obtenga el eje, por revolución de su perfil dibujado en el alzado



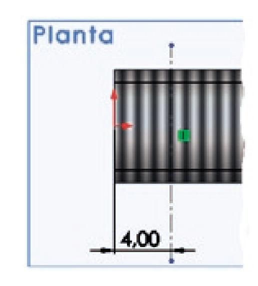
√ Añada la rosca cosmética





Ejecución: modelos

- Dibuje en la planta un croquis con un eje que sirva de datum para colocar el taladro para el pasador



- Añada el taladro de la caña, y colóquelo con ayuda del eje datum

Especificaciones de taladro

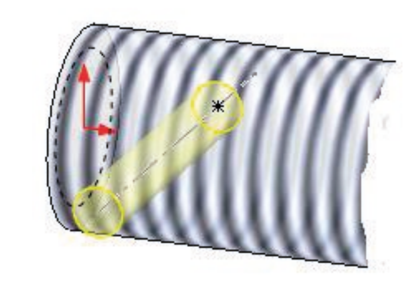
Tamaño:

Ø2.0

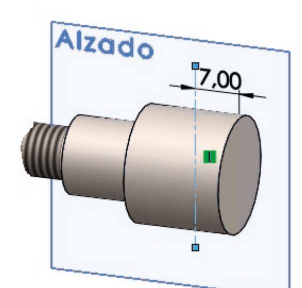
Mostrar ajuste de tamaño personalizado

Condición final

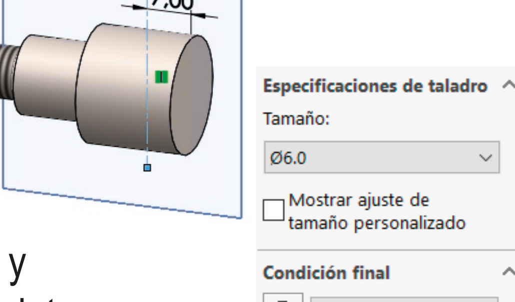
Por todo

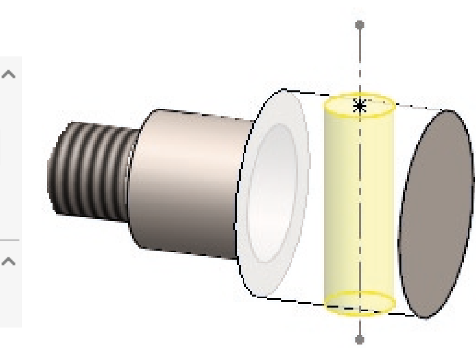


- Dibuje en el alzado un croquis con un eje que sirva de datum para colocar el taladro para la palanca

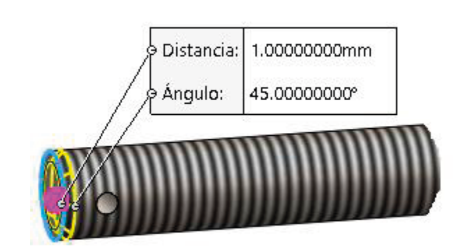


- Añada el taladro de la caña, y colóquelo con ayuda del eje datum





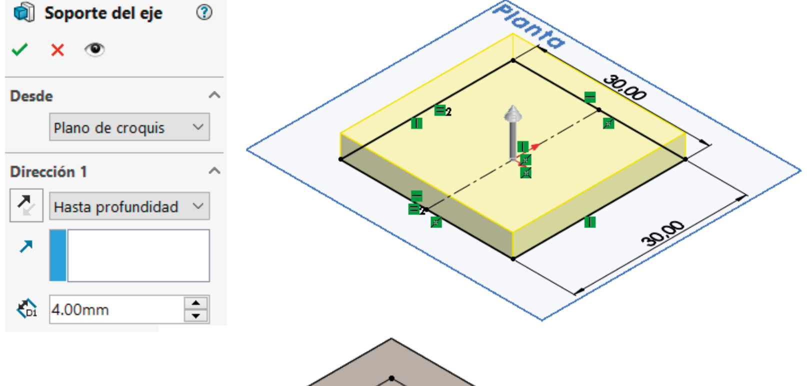
- Añada el chaflán de la caña roscada



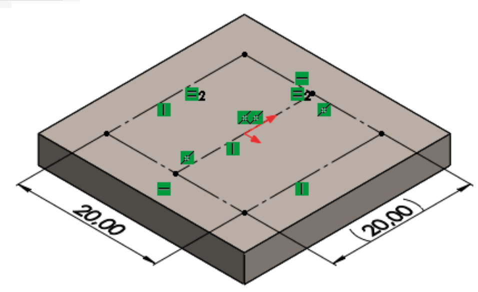
Ejecución: modelos

Obtenga el modelo del eje basculante:

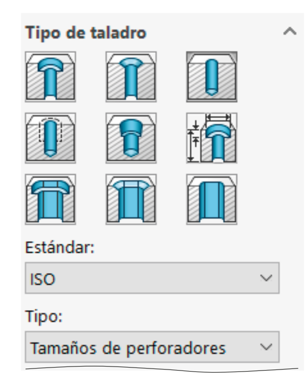
√ Obtenga el soporte mediante una extrusión a partir de su perfil dibujado en la planta

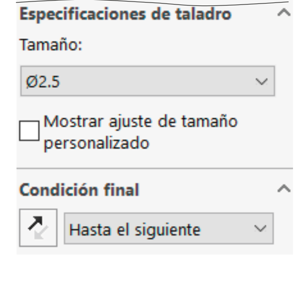


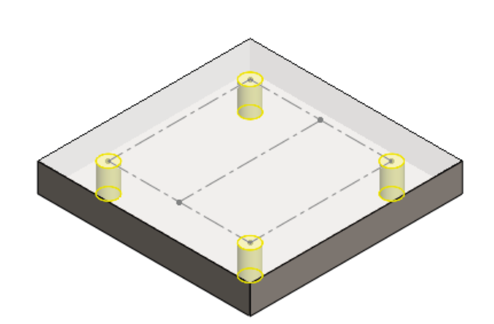
√ Dibuje un croquis que sirva como plantilla para colocar los taladros del soporte



√ Añada los taladros





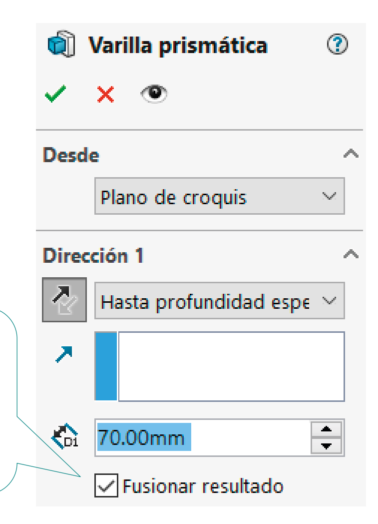


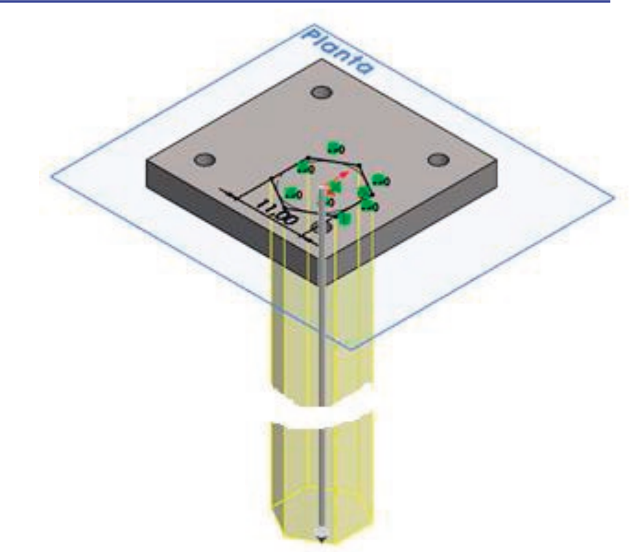
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

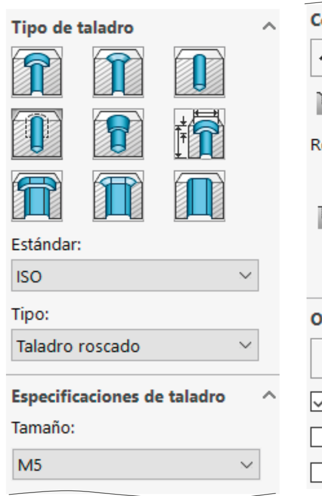
√ Obtenga la varilla hexagonal por extrusión de un perfil hexagonal dibujado en la planta

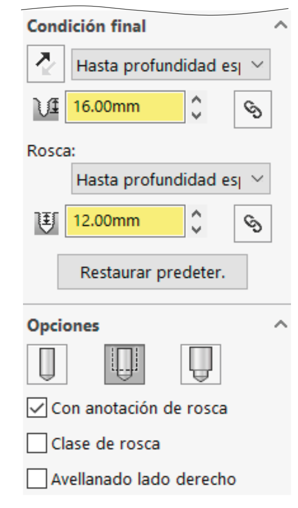
La fusión de la varilla con el soporte es posible porque ambos están extruidos desde la planta, en sentidos contrarios

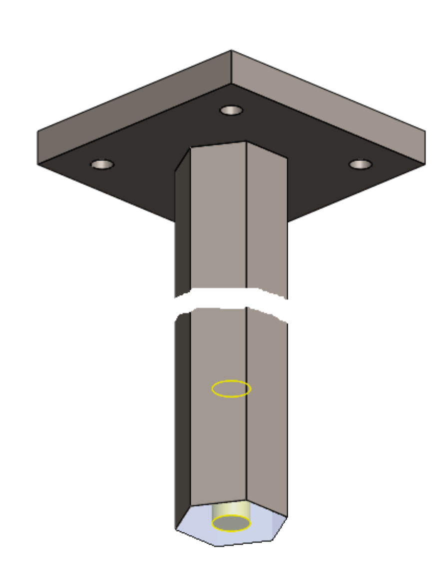




√ Añada el taladro roscado del extremo de la varilla

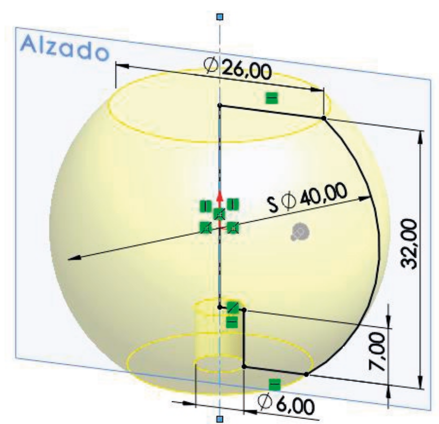




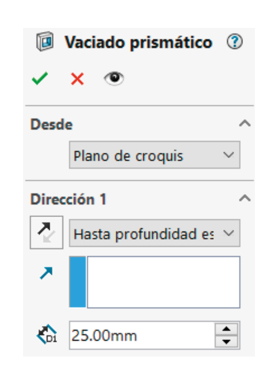


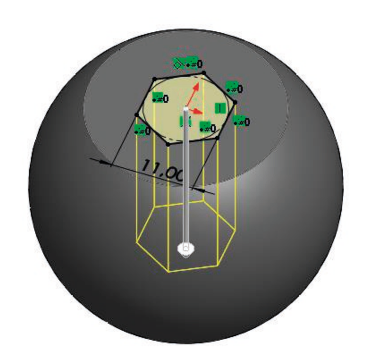
Obtenga el modelo de la rótula:

- Obtenga el núcleo de la rótula por revolución

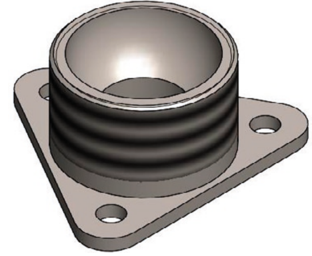


- Añada el vaciado hexagonal mediante un corte extruido desde la cara superior





Obtenga el modelo del soporte siguiendo el procedimiento explicado en el ejercicio 1.9.2

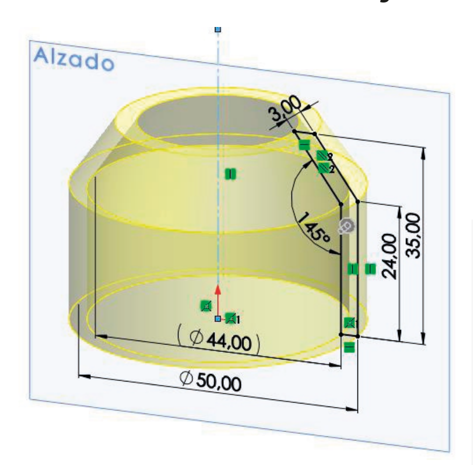


ISBN: 978-84-18951-43-5

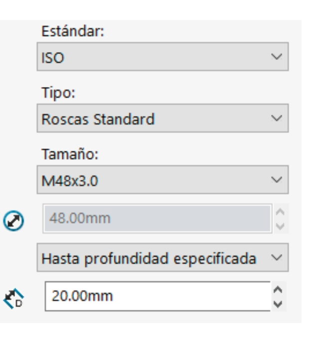
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

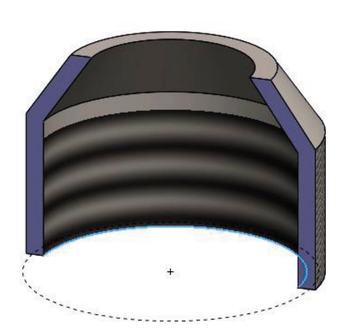
Obtenga el modelo del anillo de fijación:

- Obtenga el anillo de fijación por revolución



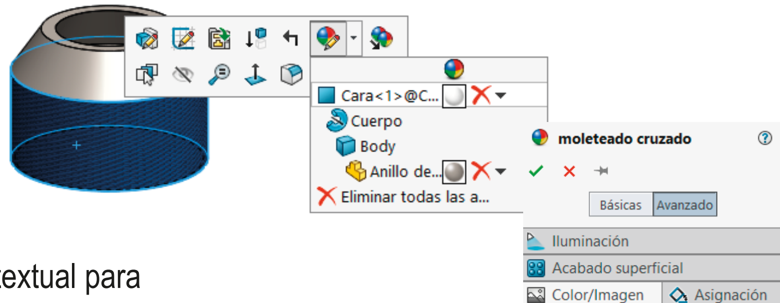
- Añada una rosca cosmética

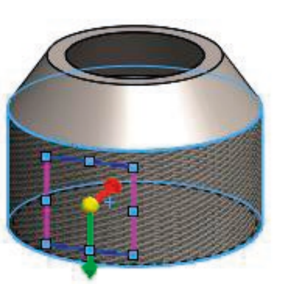




- Añada una textura para representar el moleteado:
  - Seleccione la cara
  - Utilice el menú contextual para modificar la apariencia
  - En opciones *Avanzadas*, seleccione el fichero que contenga la textura deseada

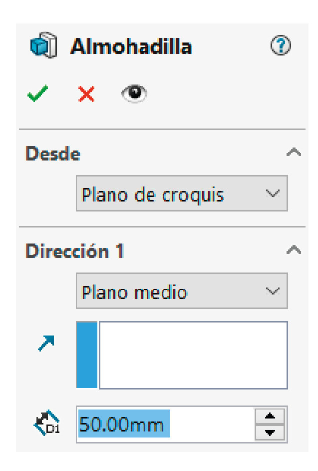
Debe obtenerse previamente

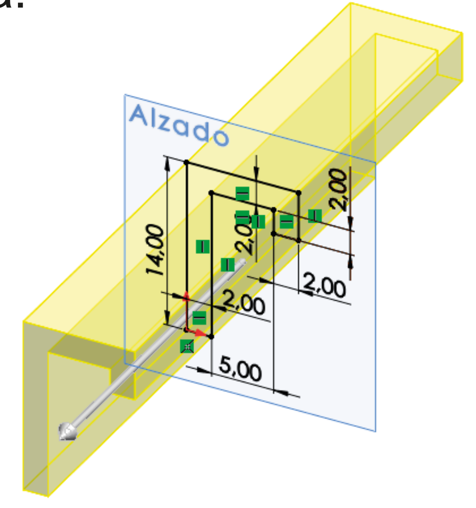




Obtenga el modelo de la almohadilla:

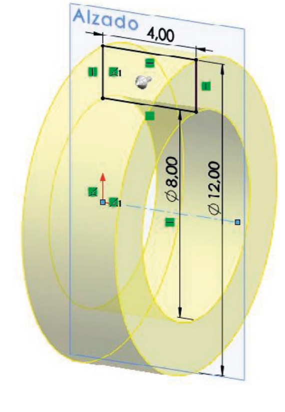
- Obtenga la almohadilla por una extrusión de plano medio





Obtenga el modelo del anillo:

- Obtenga el anillo por revolución
- Añada un eje datum para taladrar
- Añada el taladro







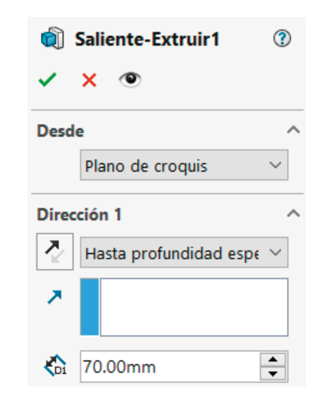
ISBN: 978-84-18951-43-5

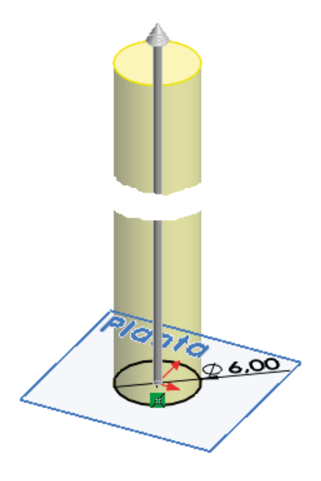
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelos

Obtenga el modelo de la palanca:

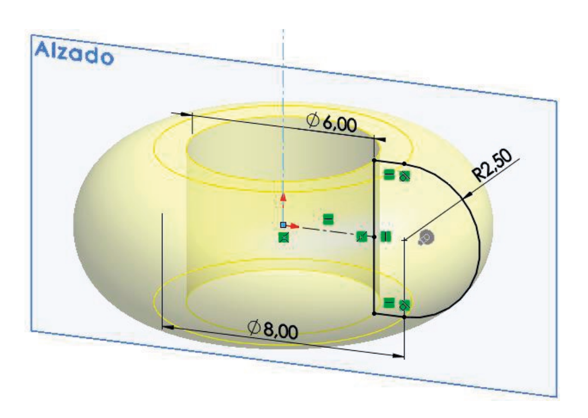
√ Aplique una extrusión al contorno circular de la palanca





Obtenga el modelo del tope:

√ Aplique una revolución al contorno del tope

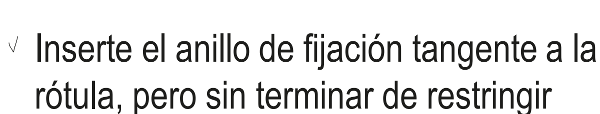


Ejecución: ensamblaje

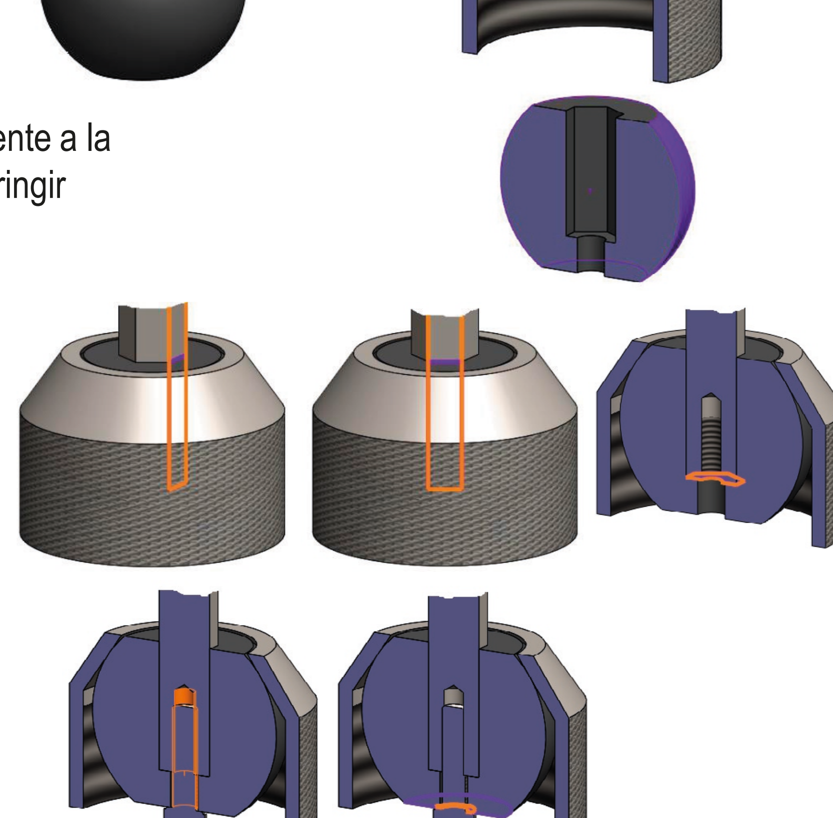
Obtenga el ensamblaje del tornillo:

√ Obtenga el subconjunto brazo:

- √ Inserte la rótula como primera pieza, alineada con el origen de coordenadas
- √ Inserte el anillo de fijación tangente a la rótula, pero sin terminar de restringir



- √ Encaje el hueco prismático del eje basculante en la rótula
- √ Añada el tornillo, simulando mediante emparejamientos el roscado a tope



ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

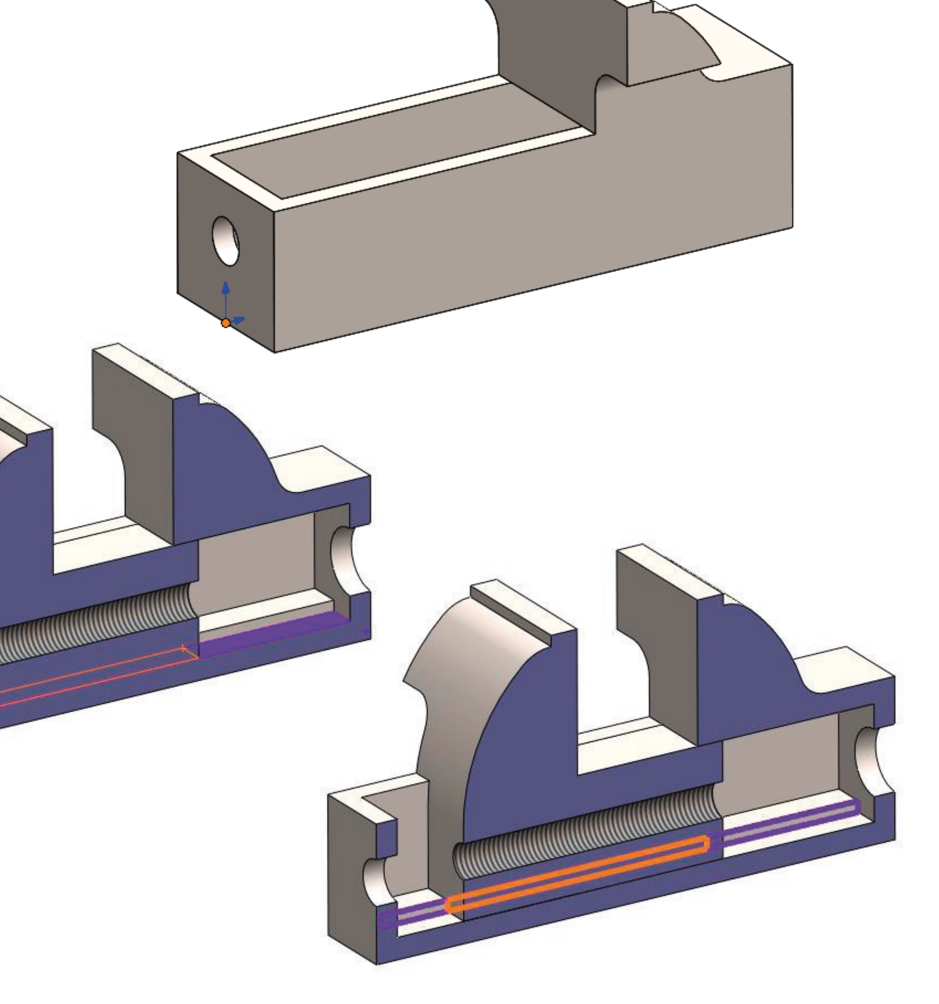
- Obtenga el subconjunto del brazo con soporte:
  - Inserte el soporte como primera pieza, alineado con el origen de coordenadas
  - Inserte subconjunto brazo encajando la rótula en el hueco esférico del soporte
  - Añada los emparejamientos para simular el roscado del anillo de fijación en el soporte
  - Añada emparejamientos cosméticos que bloqueen el movimiento del eje, dejándolo en posición vertical

Déjelos en estado de supresión, para simular los movimientos del mecanismo



Ejecución: ensamblaje

- Obtenga el subconjunto mordaza:
  - Inserte la mordaza fija como primera pieza, alineado con el origen de coordenadas
  - Inserte la mordaza móvil encajada en la guía de la mordaza fija



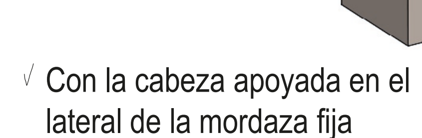
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

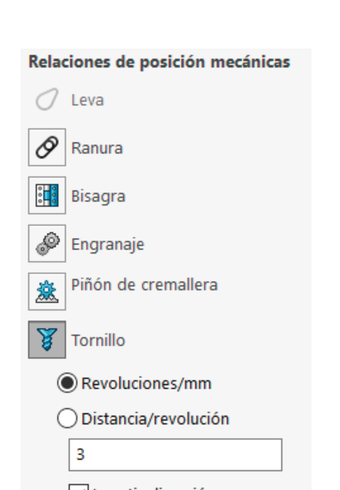
Ejecución: ensamblaje

√ Añada el tornillo sinfín

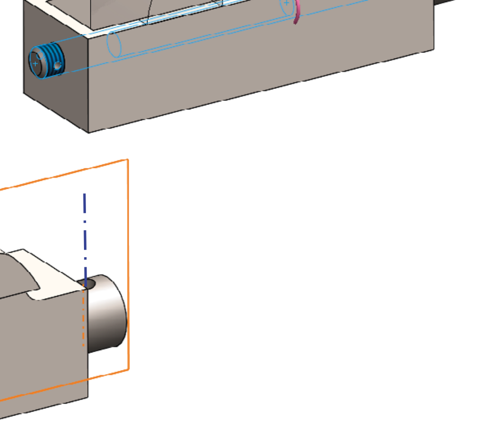
√ Enroscado en la mordaza móvil



√ Con la cabeza apoyada en el lateral de la mordaza fija



√ Añada un emparejamiento mecánico (tipo *tornillo*) para simular el desplazamiento de la mordaza móvil al girar el tornillo sinfín



√ Añada un emparejamiento cosmético para que el agujero de la palanca quede vertical

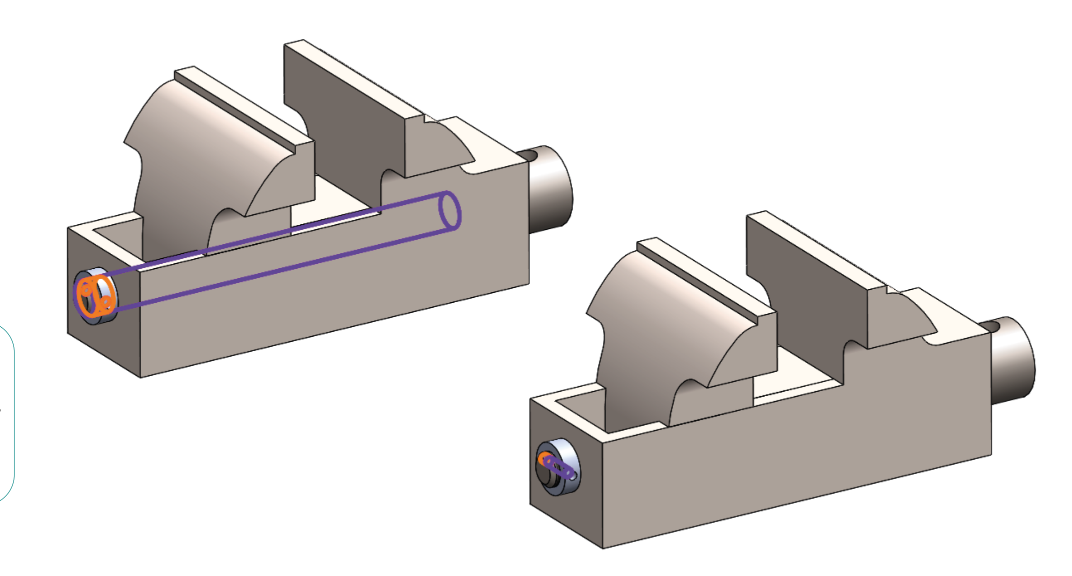
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

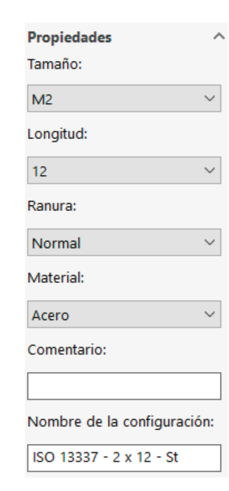
Ejecución: ensamblaje

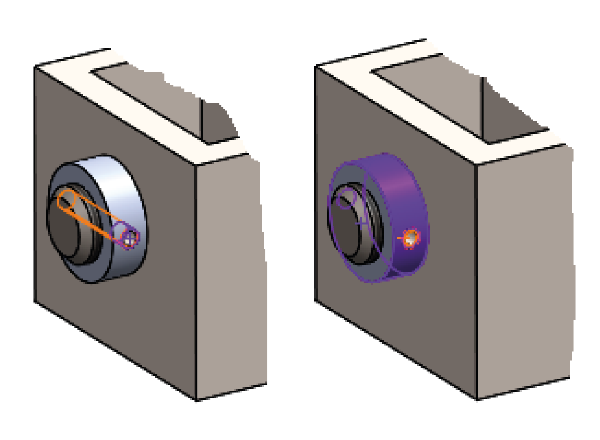
√ Añada el anillo, encajado en el tornillo sinfín, y con los agujeros alineados

Aunque el alineamiento real lo debería producir el pasador que se inserta después



√ Añada el pasador, desde el *Toolbox*, encajado y enrasado en el anillo





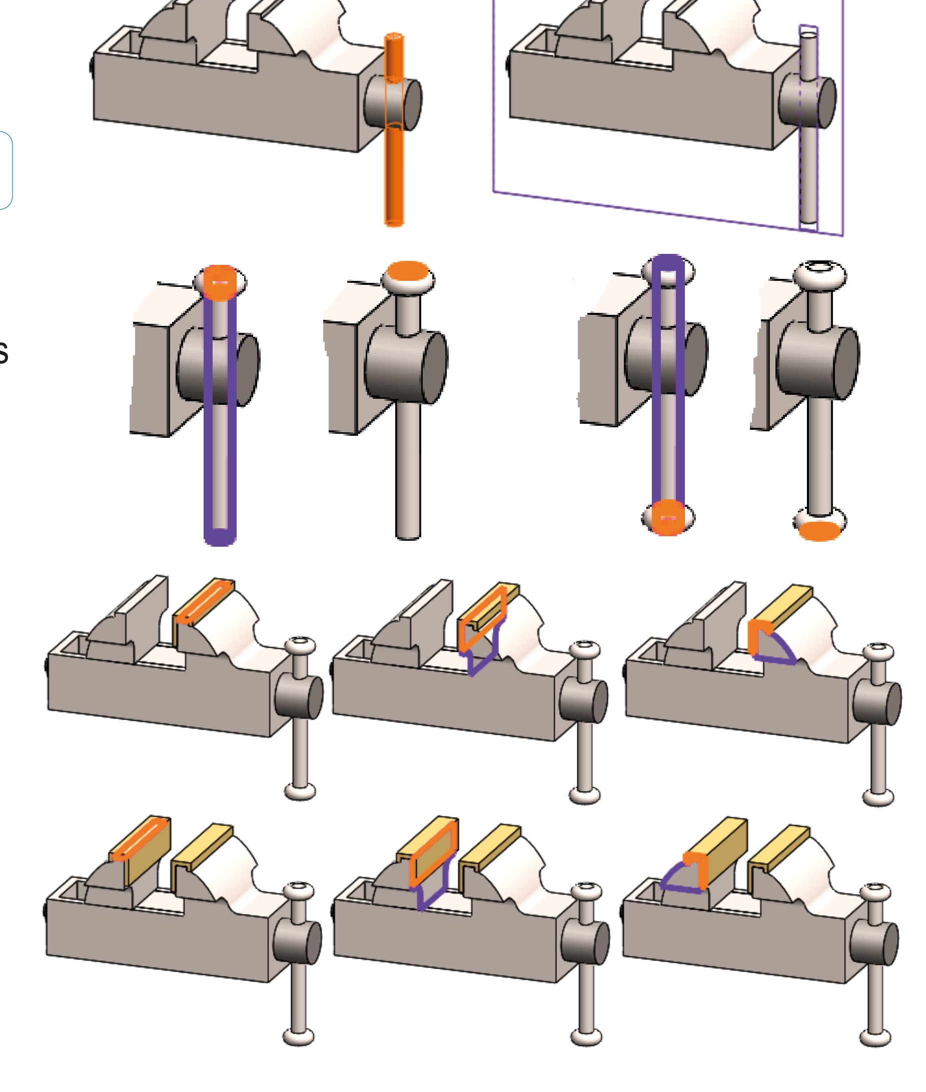
Ejecución: ensamblaje

√ Añada la palanca, encajada en el agujero del tornillo sinfín

Puede añadir un emparejamiento cosmético para colocarla vertical

√ Añada los topes, encajados en la palanca, y enrasados cada uno en un extremo

√ Añada las almohadillas, apoyándolas en los cantos de las mordazas fija y móvil, respectivamente



ISBN: 978-84-18951-43-5

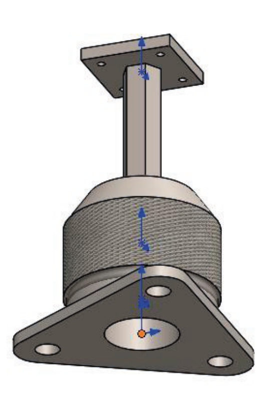
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

- Obtenga el conjunto completo:

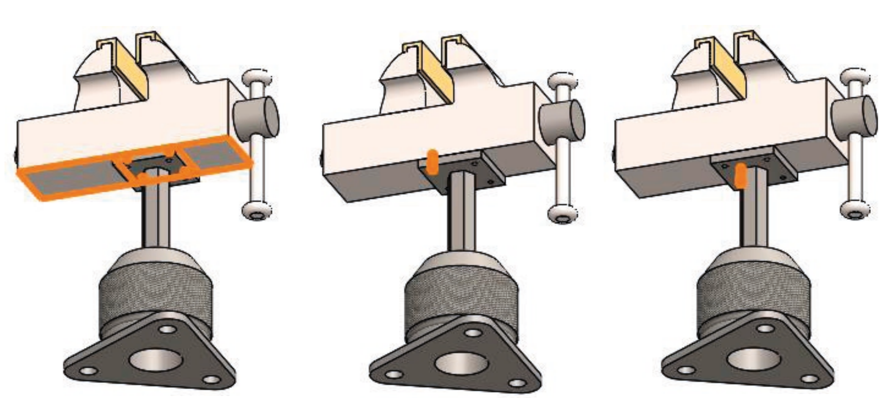
  - Inserte el brazo con soporte como primera pieza, alineado con el origen de coordenadas



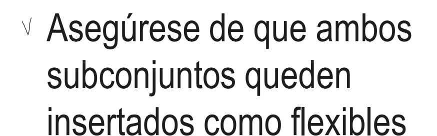
  - Añada el subconjunto mordaza

    - Apoye la mordaza sobre el soporte del eje basculante

    - Haga concéntricos dos de los cuatro agujeros

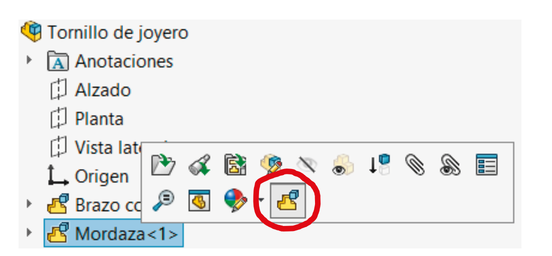


Simulando el efecto que harán los tornillos



  - Asegúrese de que ambos subconjuntos queden insertados como flexibles

Para poder simular los movimientos del mecanismo



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

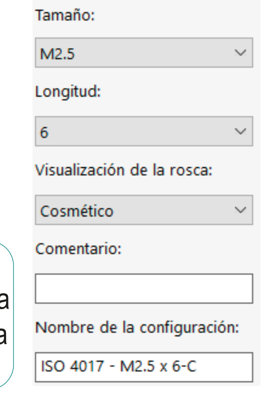
√ Añada los cuatro tornillos que sujetan la mordaza al brazo:

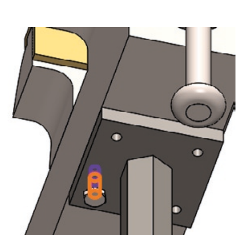
√ Añada el primer tornillo:

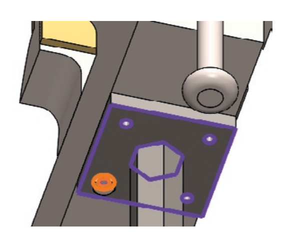
√ Seleccione el tornillo en el *Toolbox*

√ Añada dos emparejamientos para simular el roscado a fondo

Emparejar el tornillo tanto con el soporte del eje basculante como con la base de la mordaza fija simularía de forma realista la unión de ambos subconjuntos

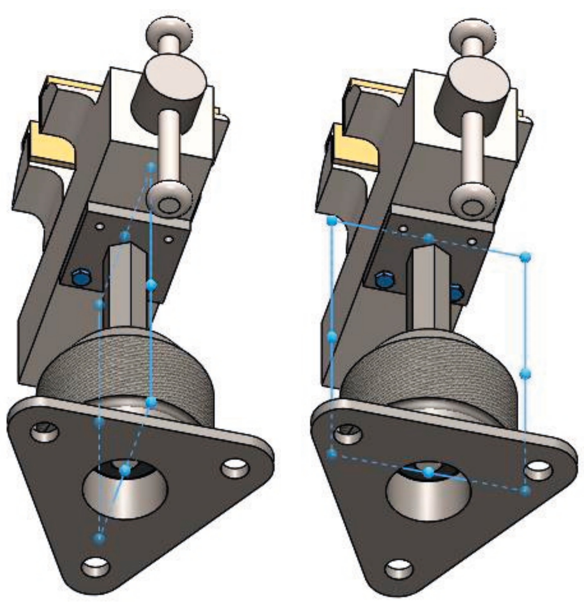






√ Añada los otros tres tornillos mediante un patrón, o una pareja de simetrías

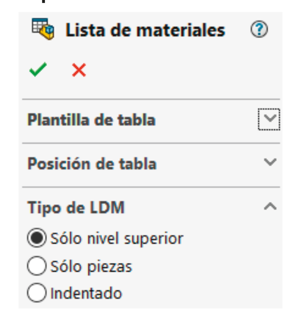
Las simetrías pueden aprovechar los planos coordenados, porque las piezas se han ensamblado centradas respecto a los sistemas de referencia



Ejecución: dibujos de diseño

Obtenga el dibujo de ensamblaje:

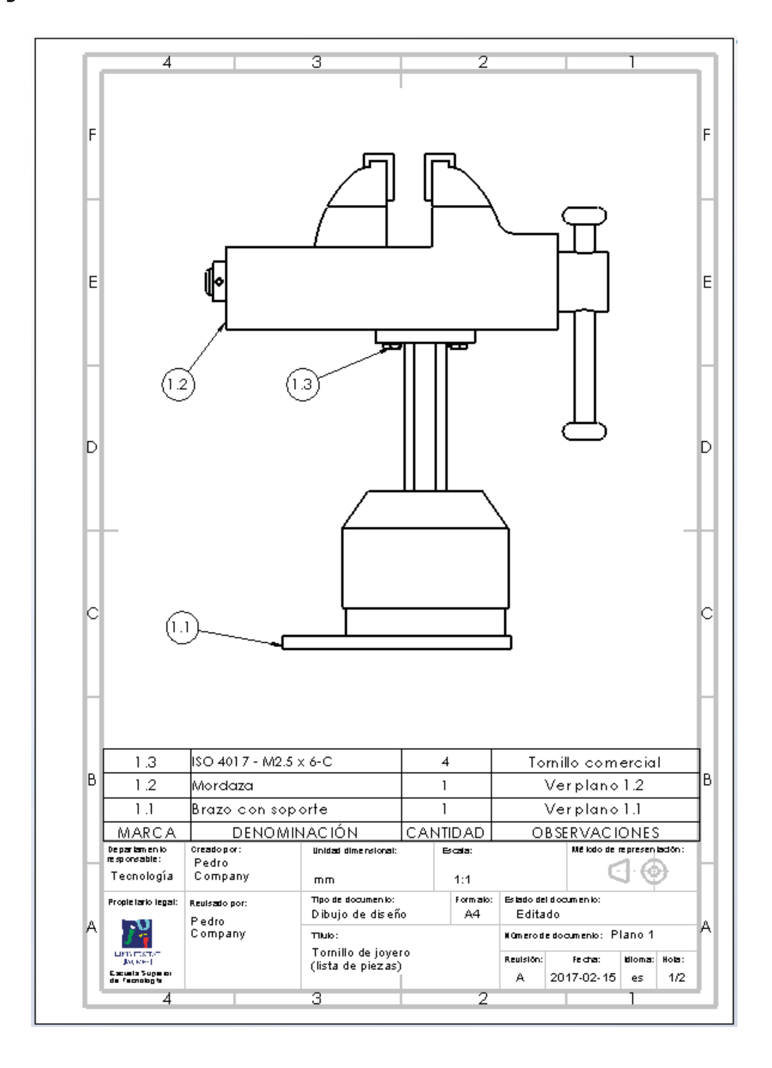
- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte la vista principal del ensamblaje
- Inserte la lista de piezas, incluyendo sólo componentes de nivel superior



- Añada las marcas

Marque cada componente con el número del plano en el que se describe

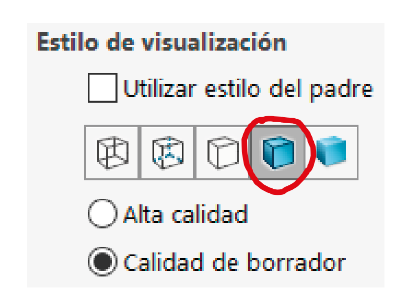
- Numere el dibujo como "Plano 1", y numere los planos referenciados en la lista de piezas



Ejecución: dibujos de diseño

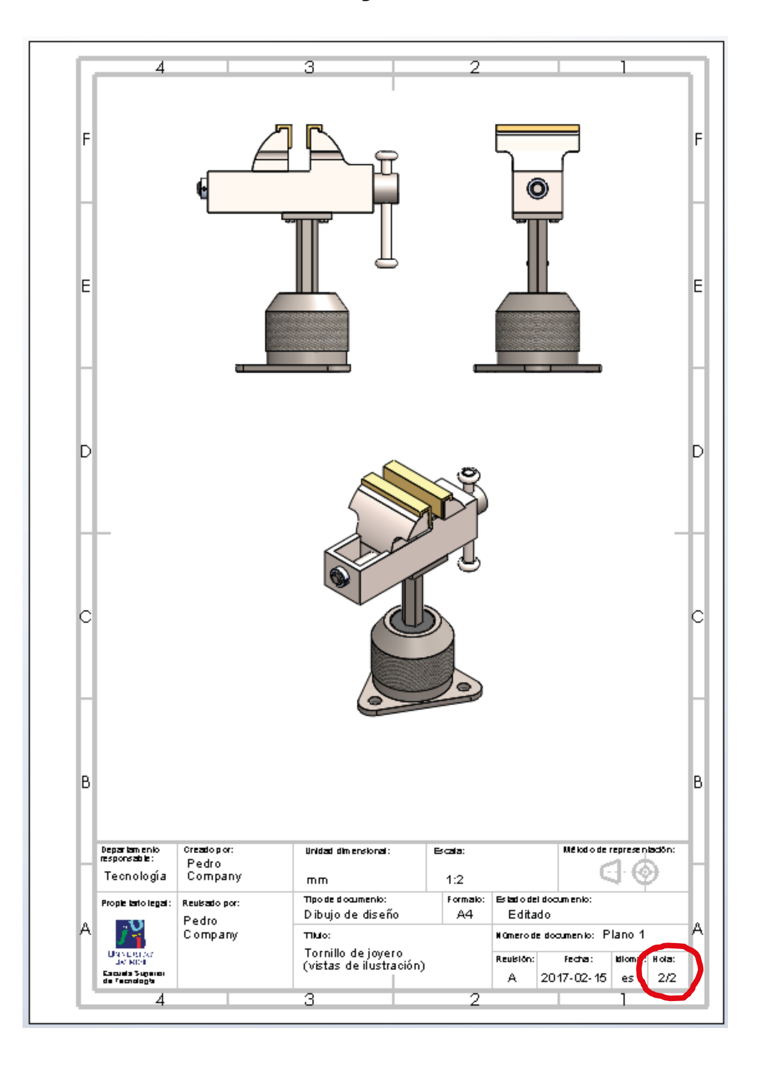
Obtenga una vista pictórica del ensamblaje:

- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte dos vistas principales y una vista pictórica del ensamblaje
- Seleccione cada una de las vistas, y cambie sus *estilos de visualización*



- Numere la hoja como 2/2

Numerando la hoja anterior como 1/2 (ó 1 de 2)



Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

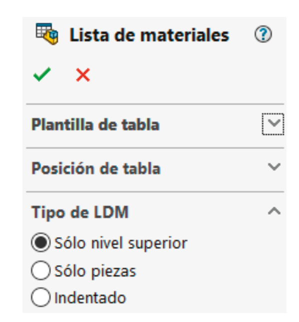
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Obtenga el dibujo del sub-ensamblaje brazo con soporte:

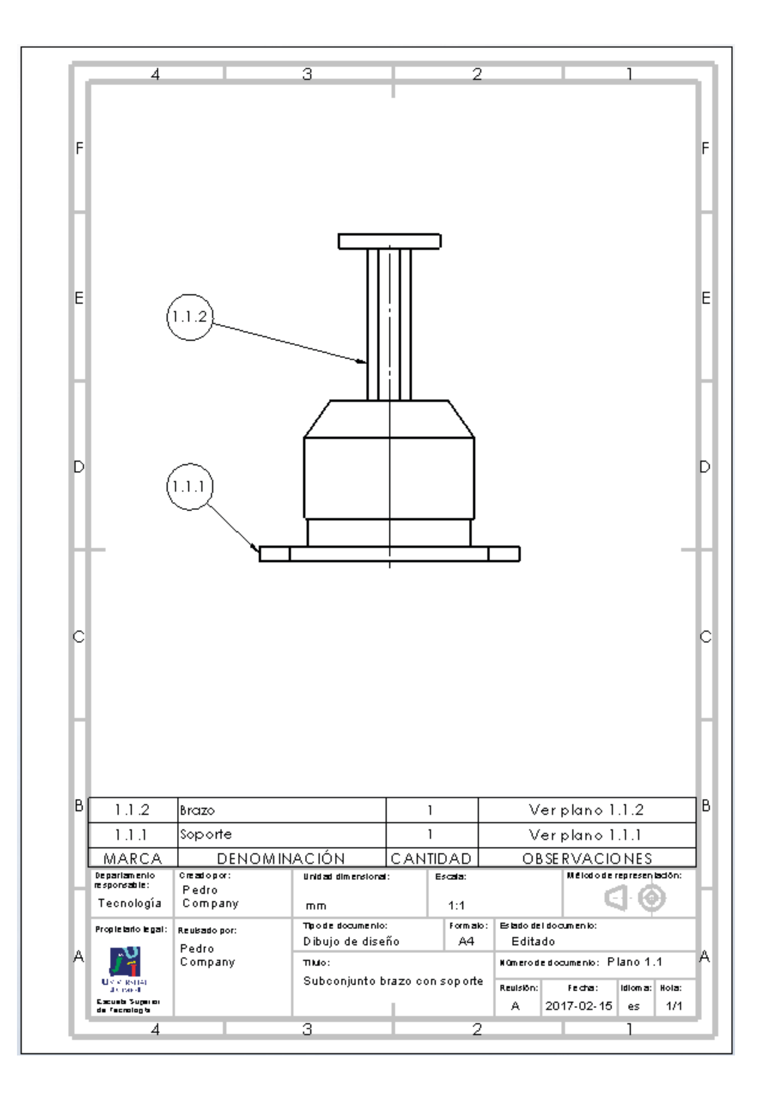
- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte la vista principal del sub-ensamblaje
- Inserte la lista de piezas, incluyendo sólo componentes de nivel superior



- Añada las marcas

Marque cada componente con el número del plano en el que se describe

- Numere el dibujo como “Plano 1.1”, y numere los planos referenciados en la lista de piezas



1.1.2	Brazo	1	Ver plano 1.1.2
1.1.1	Soporte	1	Ver plano 1.1.1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

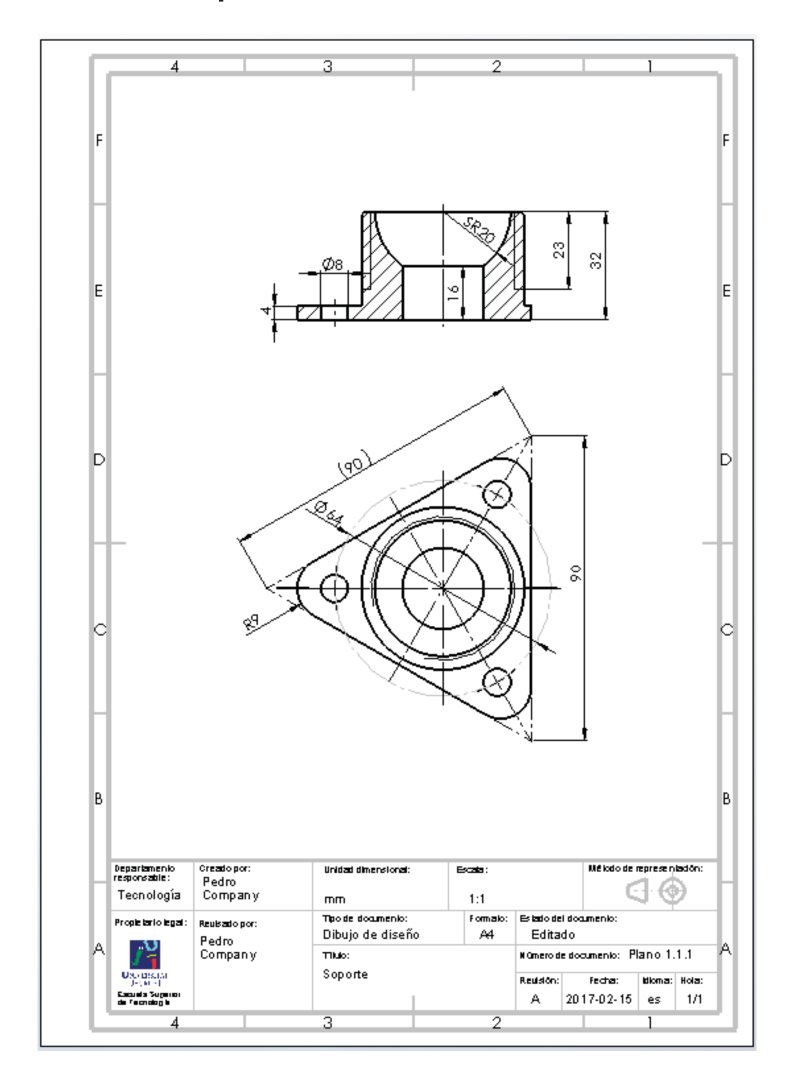
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño del soporte:

- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte la planta
- Obtenga el alzado cortado
- Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- Numere el dibujo como "Plano 1.1.1"



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

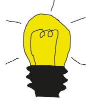
Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

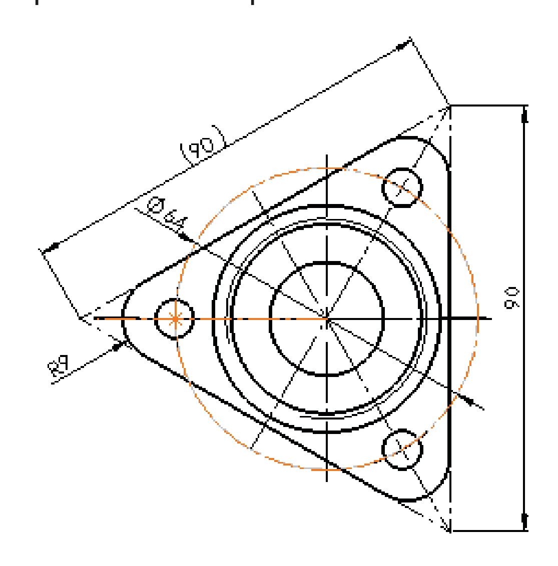


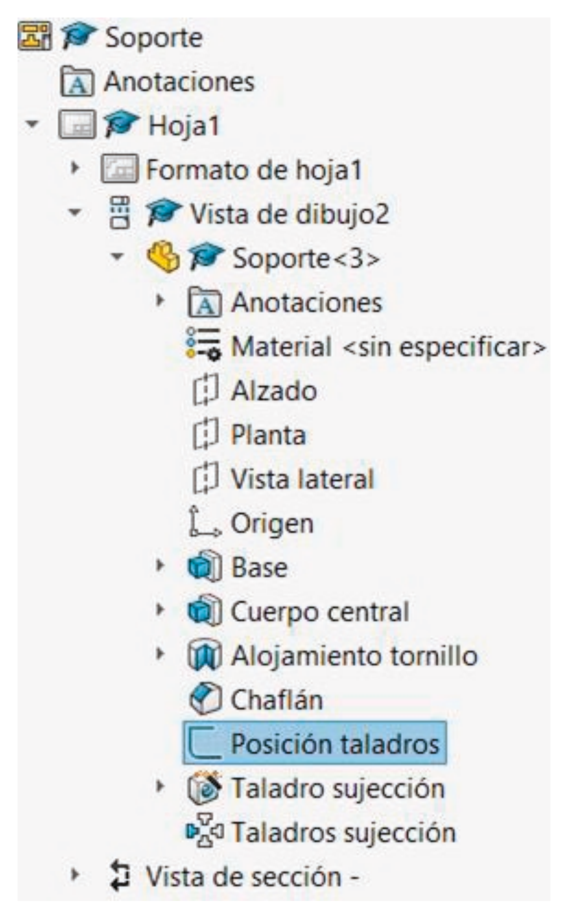
Observe que se ha mostrado la plantilla de taladros, para utilizarla como anotación geométrica:

√ Despliegue el árbol del dibujo

√ Despliegue el modelo vinculado a la vista en la que quiere mostrar la plantilla de taladros

√ Haga visible ("*mostrar*") el croquis que contiene la plantilla de taladros





CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

Estrategia

Ejecución

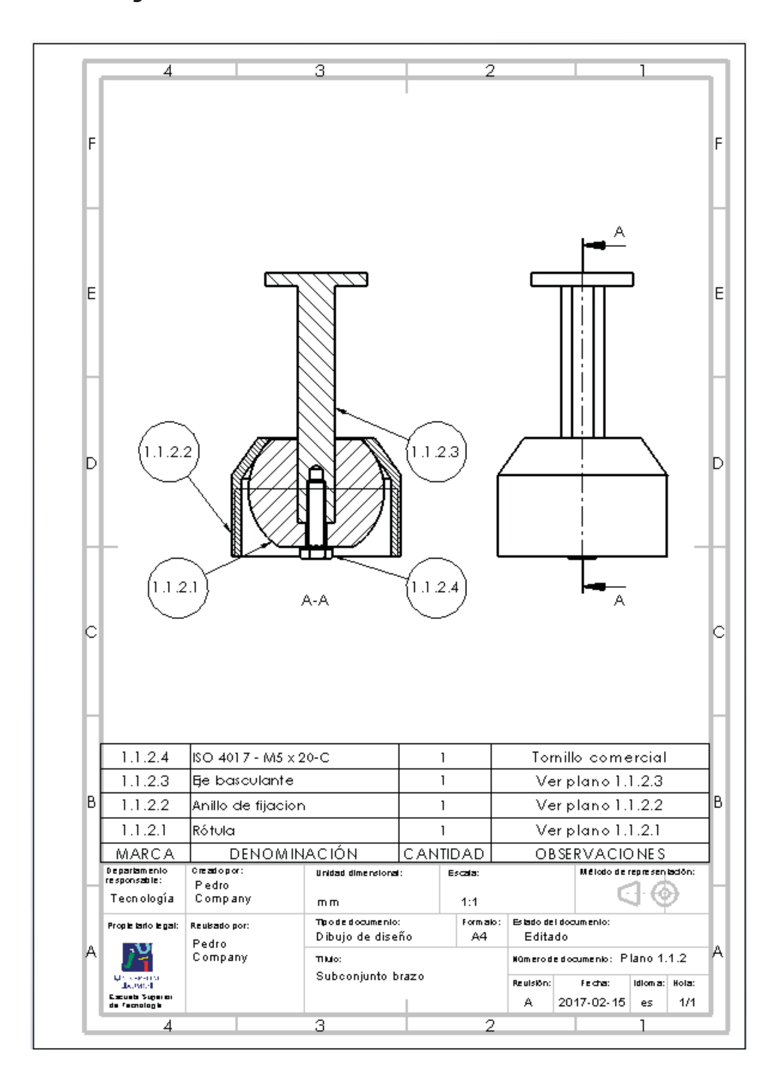
Conclusiones

Obtenga el dibujo del sub-ensamblaje brazo:

- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte la vista principal del sub-ensamblaje
- Obtenga una vista lateral cortada
- Añada las marcas

  Marque cada componente con el número del plano en el que se describe

- Numere el dibujo como “Plano 1.1.2”, y numere los planos referenciados en la lista de piezas



1.1.2.4	ISO 4017 - M5 x 20-C	1	Tornillo comercial
1.1.2.3	Eje basculante	1	Ver plano 1.1.2.3
1.1.2.2	Anillo de fijacion	1	Ver plano 1.1.2.2
1.1.2.1	Rótula	1	Ver plano 1.1.2.1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos de diseño

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
- Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño de la rótula:

√ Utilice un formato A4 vertical

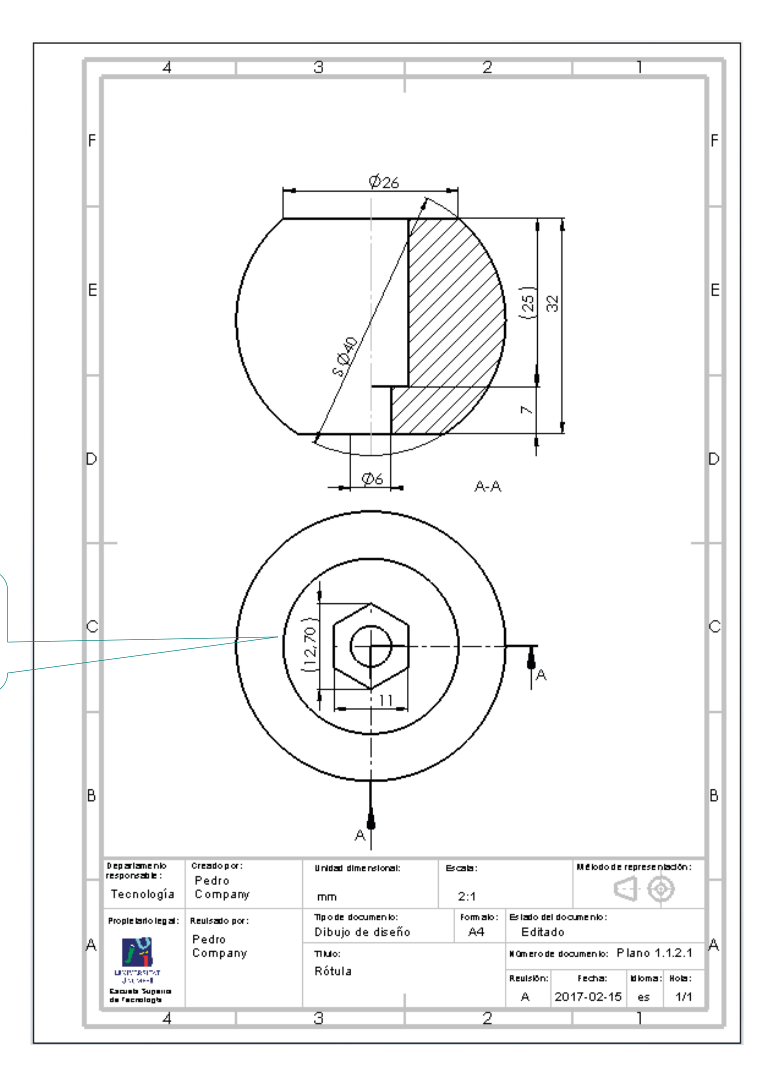
√ Inserte la planta

√ Obtenga el alzado
en semicorte

√ Añada las cotas,
por extracción
desde el modelo

Las cotas auxiliares que se consideran apropiadas para clarificar el modelo, se añaden con la cifra entre paréntesis

√ Numere el dibujo
como “Plano 1.1.2.1”



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

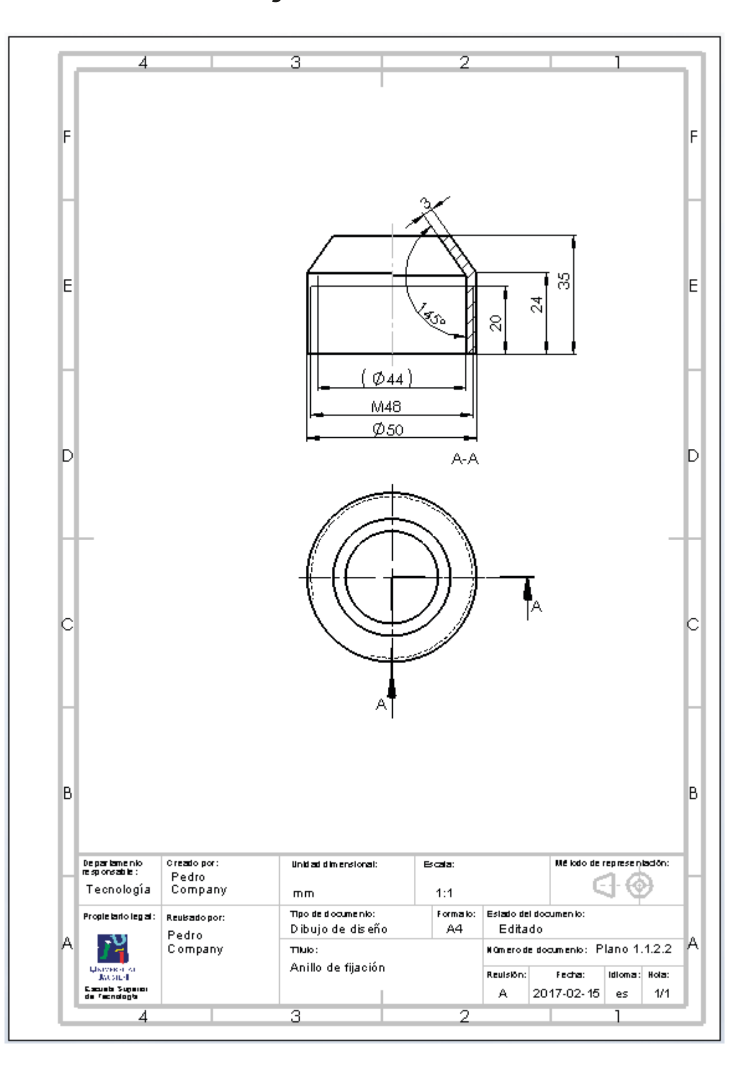
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Obtenga el dibujo de diseño del anillo de fijación:

- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte la planta

  En realidad, no se necesita para definir la pieza, pero hace falta para marcar el corte, y no es necesario ocultarla

- Obtenga el alzado en semicorte
- Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- Numere el dibujo como "Plano 1.1.2.2"



Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño del eje basculante:

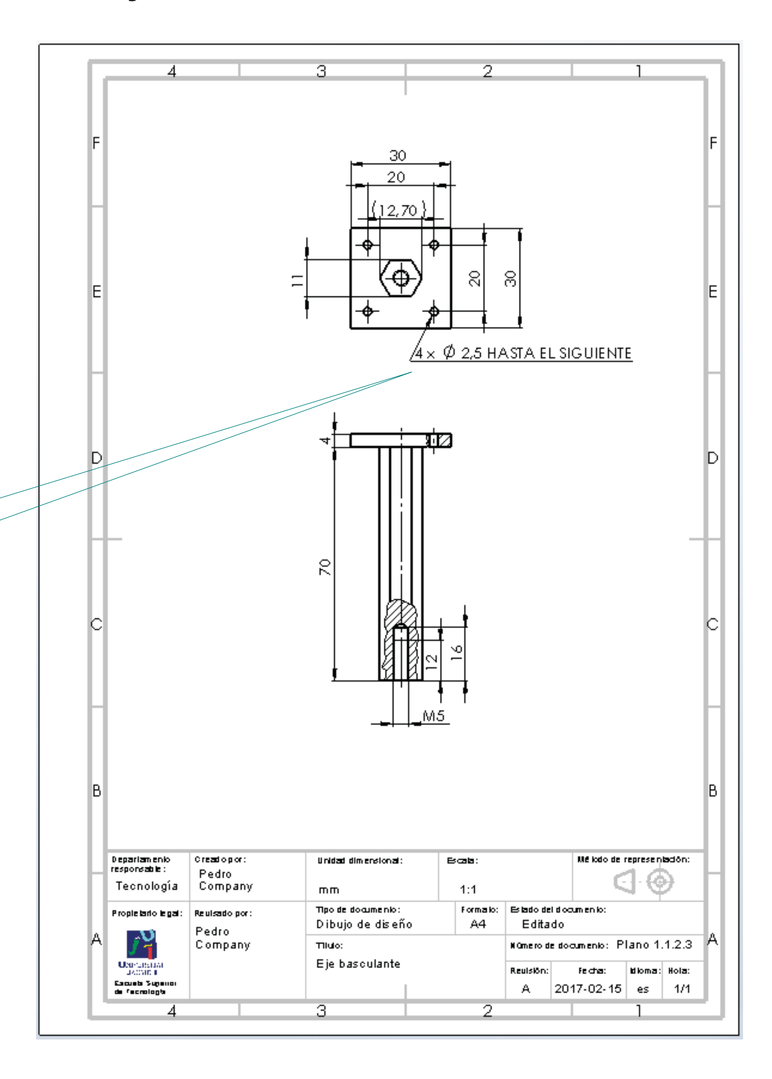
- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte el alzado
- Añada la planta inferior

Para mostrar las posiciones de los taladros y la sección hexagonal del eje

- Añada cortes locales en el alzado para mostrar la profundidad de los taladros

Los cortes locales se pueden complementar, o reemplazar, por anotaciones que indiquen las características de los taladros

- Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- Numere el dibujo como "Plano 1.1.2.3"



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

Estrategia

Ejecución

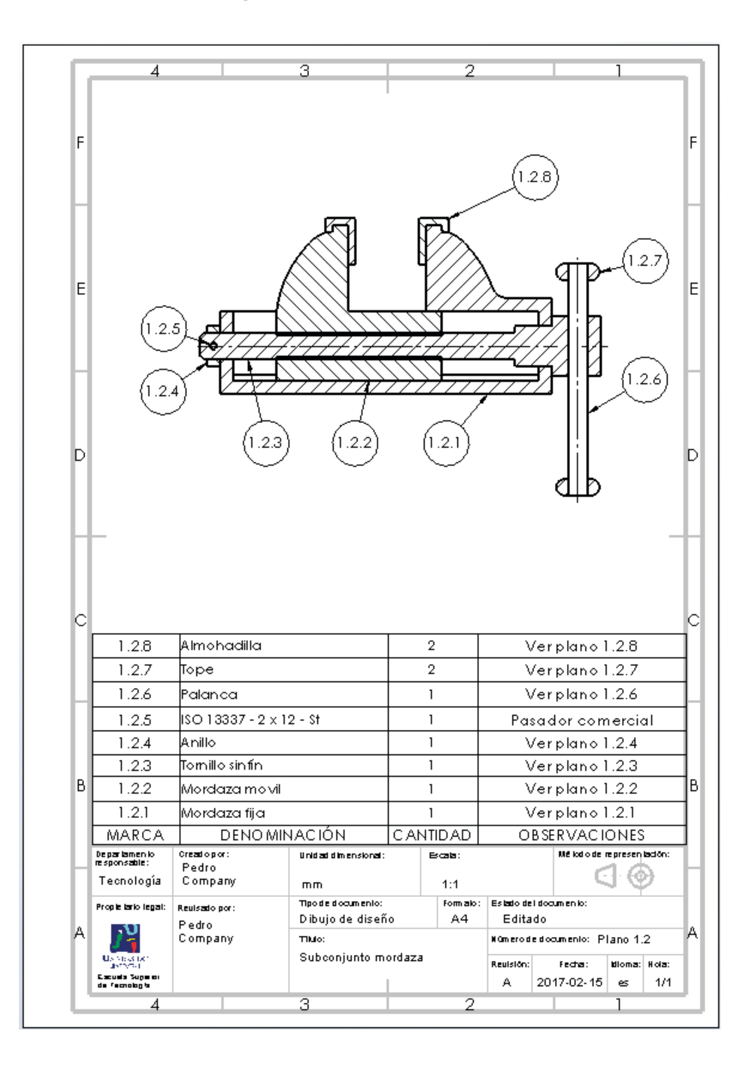
Conclusiones

Obtenga el dibujo del sub-ensamblaje mordaza:

- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte la vista principal del sub-ensamblaje
- Añada las marcas

  Marque cada componente con el número del plano en el que se describe

- Numere el dibujo como “Plano 1.2”, y numere los planos referenciados en la lista de piezas



MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1.2.8	Almohadilla	2	Ver plano 1.2.8
1.2.7	Tope	2	Ver plano 1.2.7
1.2.6	Palanca	1	Ver plano 1.2.6
1.2.5	ISO 13337 - 2 x 12 - St	1	Pasador comercial
1.2.4	Anillo	1	Ver plano 1.2.4
1.2.3	Tornillo sinfín	1	Ver plano 1.2.3
1.2.2	Mordaza movil	1	Ver plano 1.2.2
1.2.1	Mordaza fija	1	Ver plano 1.2.1

Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

Estrategia

Ejecución

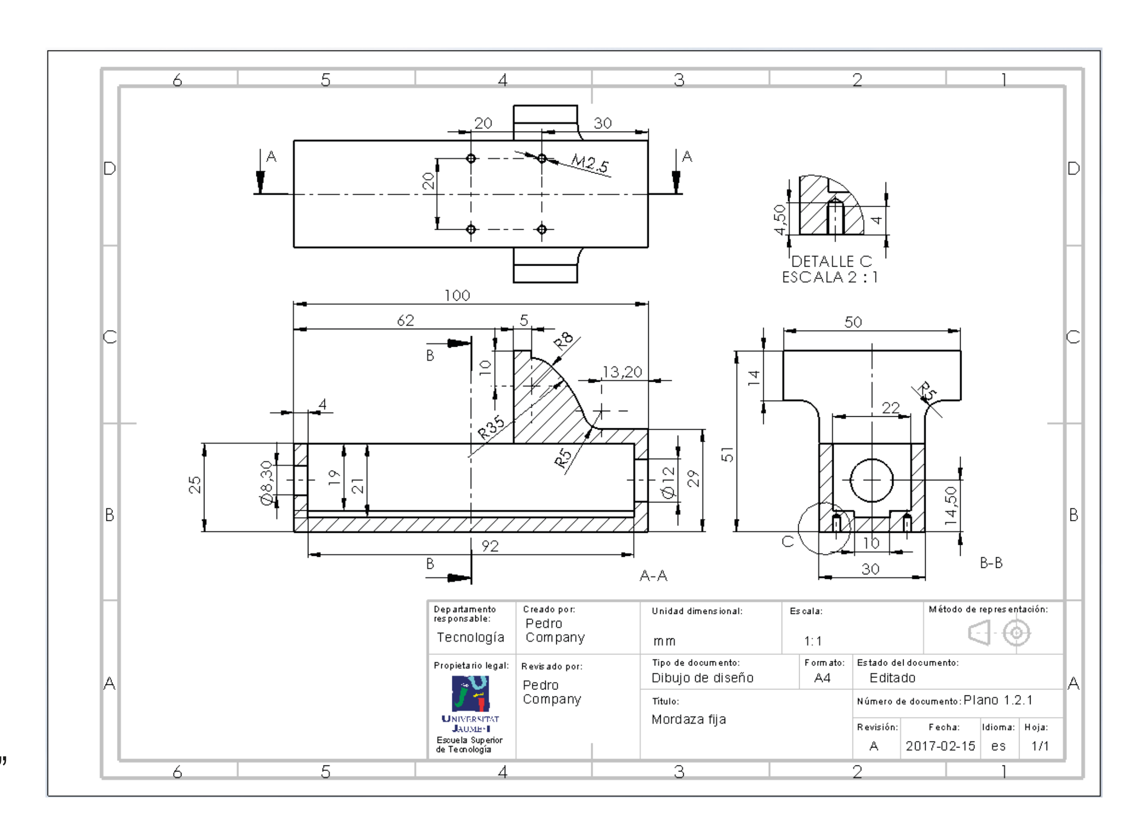
Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño de la mordaza fija:

- Utilice un formato A4 horizontal
- Inserte la planta inferior
- Obtenga el alzado cortado
- Obtenga el perfil cortado
- Añada un detalle de uno de los taladros roscados

El detalle se puede complementar, o reemplazar con anotaciones de los taladros

- Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- Numere el dibujo como “Plano 1.2.1”



Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

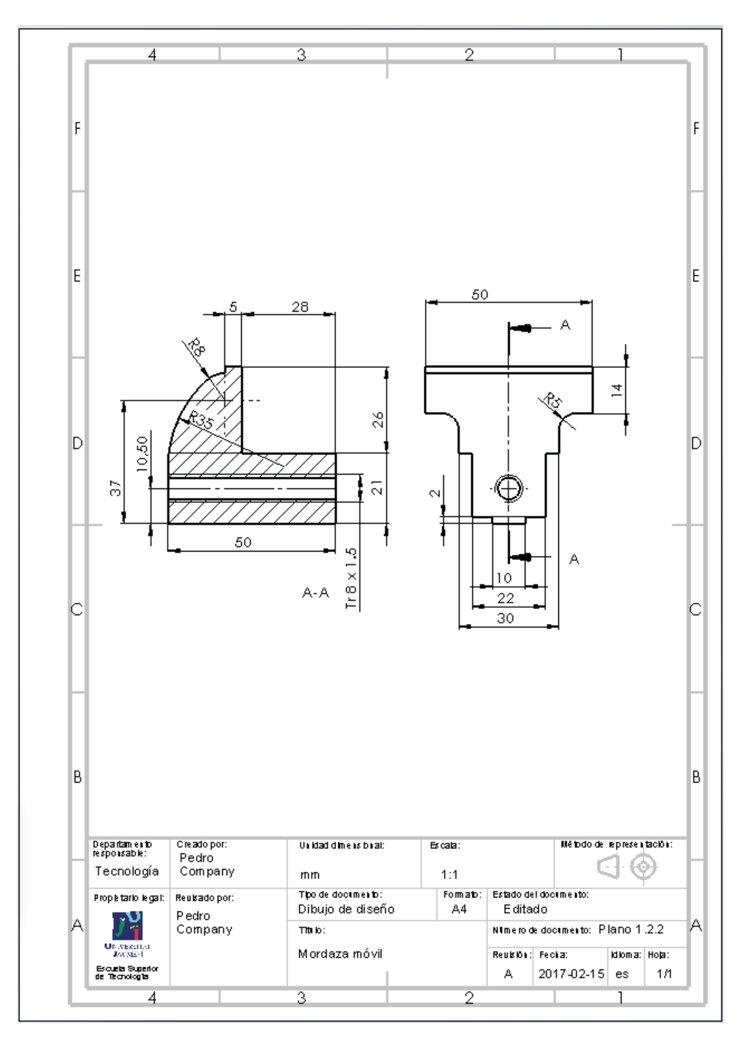
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño de la mordaza móvil:

- √ Utilice un formato A4 vertical
- √ Inserte la vista lateral
- √ Obtenga el alzado cortado
- √ Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- √ Numere el dibujo como “Plano 1.2.2”



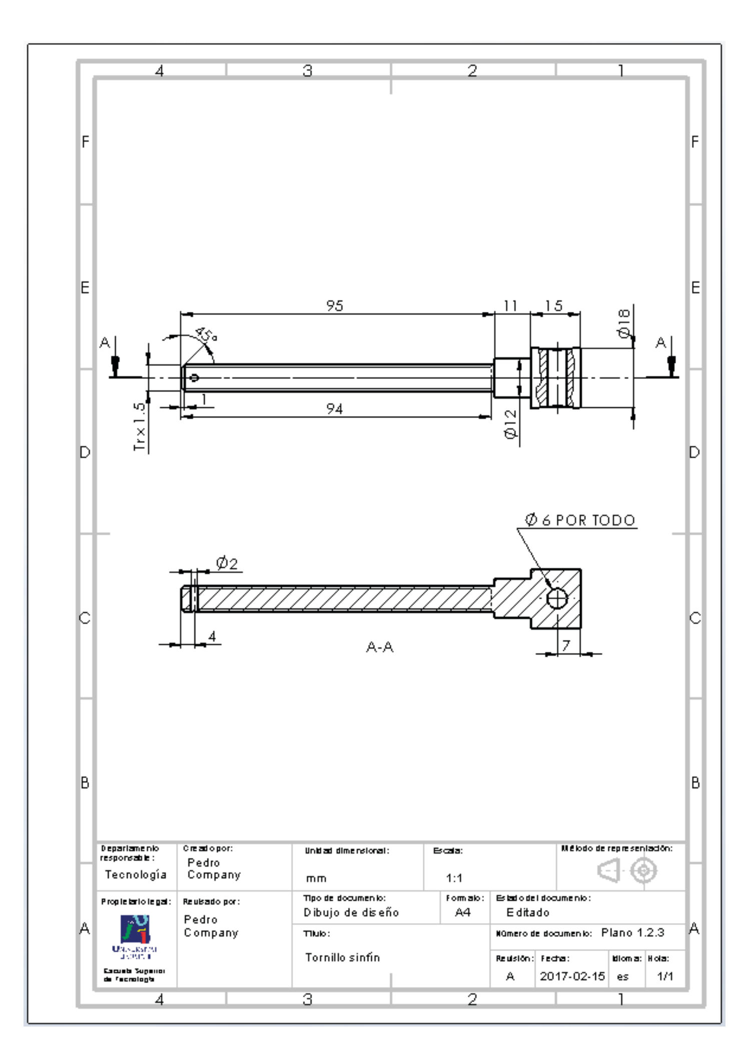
Ejecución: dibujos de diseño

Obtenga el dibujo de diseño del tornillo sinfín:

- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte el alzado
- Obtenga la planta cortada

El corte se puede complementar, o reemplazar con anotaciones de los taladros

- Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- Numere el dibujo como “Plano 1.2.3”



Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

Estrategia

Ejecución

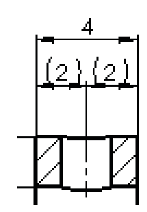
Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño del anillo:

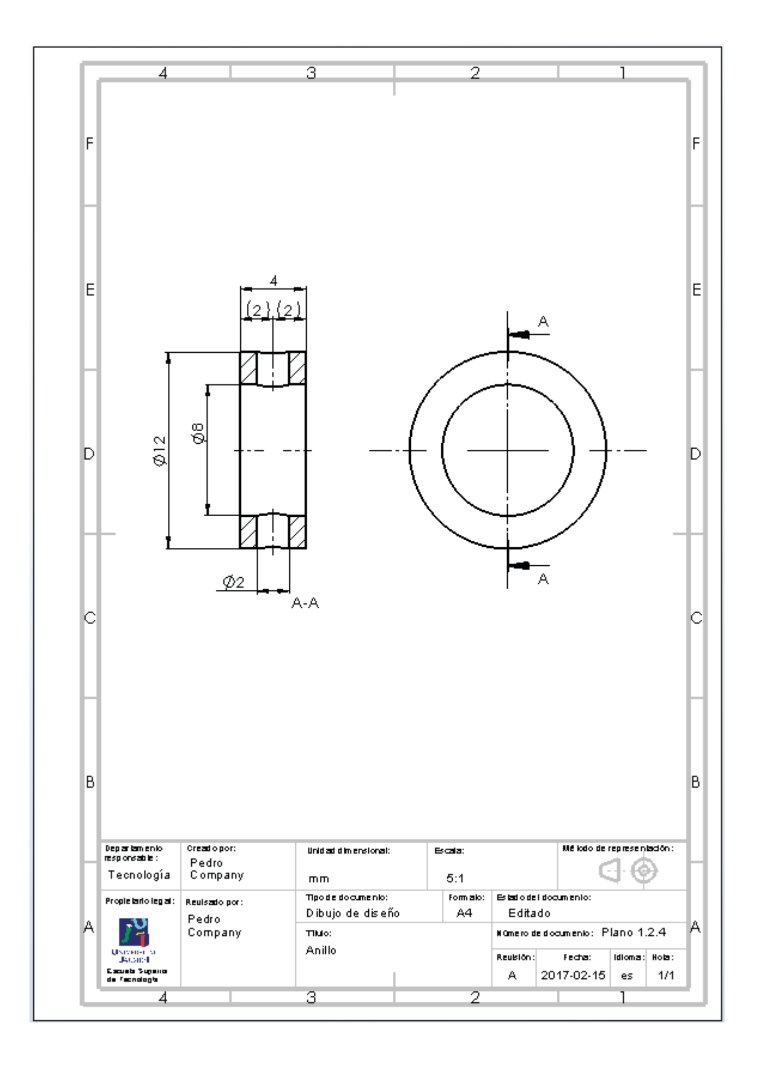
- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte la vista lateral

  En realidad, no se necesita para definir la pieza, pero hace falta para marcar el corte, y no es necesario ocultarla

- Obtenga el alzado cortado
- Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- Añada manualmente cotas auxiliares para indicar la posición simétrica del taladro de Ø2



- Numere el dibujo como “Plano 1.2.4”



Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

Estrategia

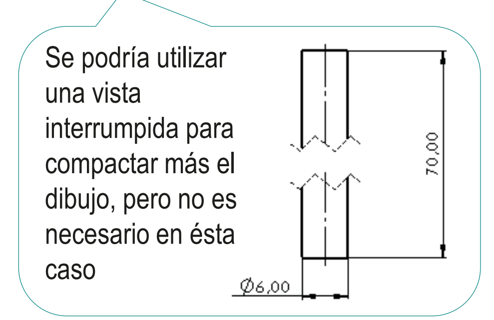
Ejecución

Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño de la palanca:

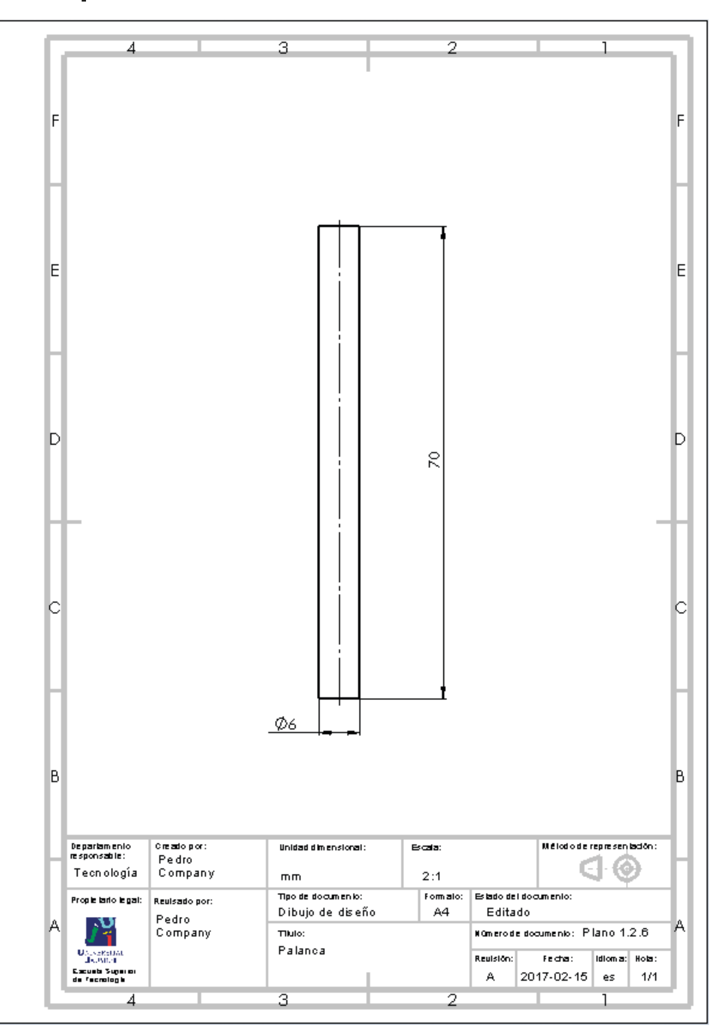
- Utilice un formato A4 vertical

- Inserte el alzado



- Añada las cotas, por extracción desde el modelo

- Numere el dibujo como "Plano 1.2.6"



Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

Estrategia

Ejecución

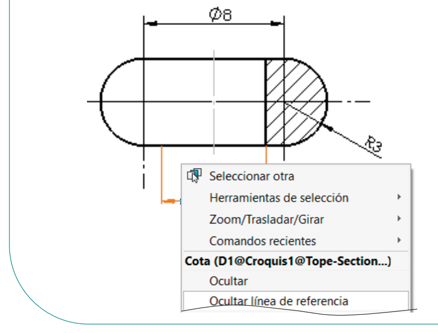
Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño del tope:

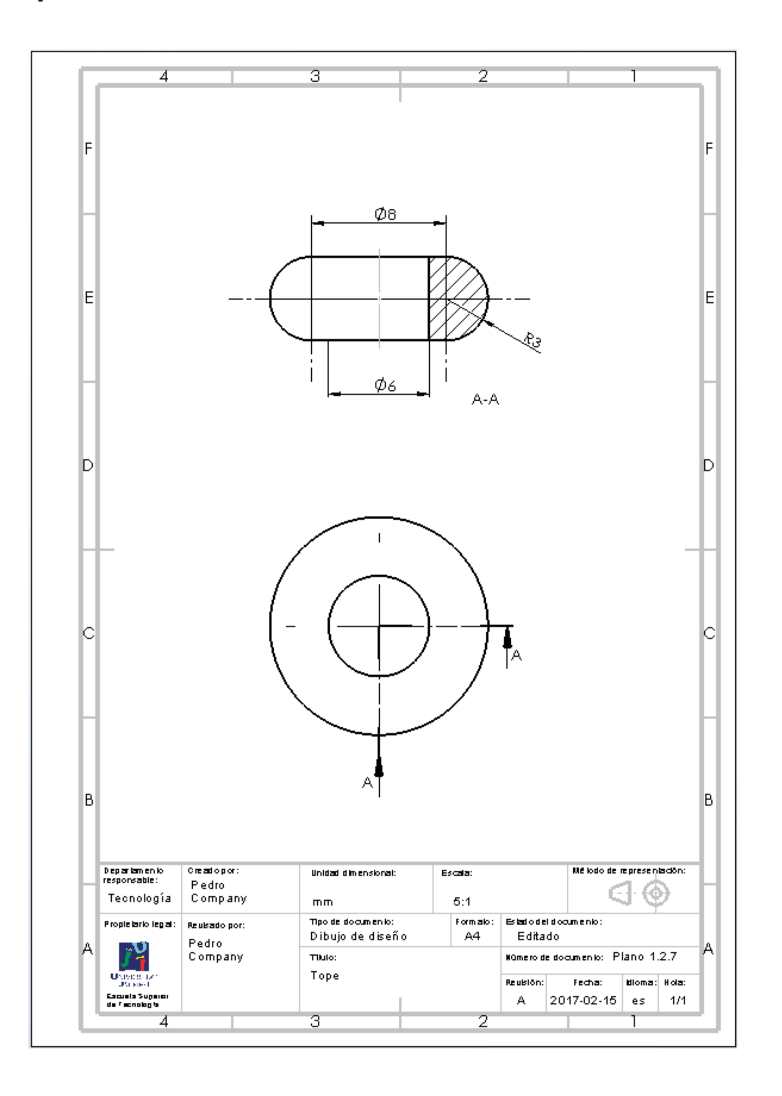
- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte la vista lateral

  En realidad, sólo se necesita para marcar el corte
- Obtenga el alzado en semicorte
- Añada las cotas, por extracción desde el modelo

  Observe que las cotas especiales (tales como las cotas perdidas, o “linear symmetrical dimensions”, o “foreshortened”) sólo se pueden obtener editando manualmente las cotas extraídas automáticamente



- Numere el dibujo como “Plano 1.2.7”



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos de diseño

Tarea

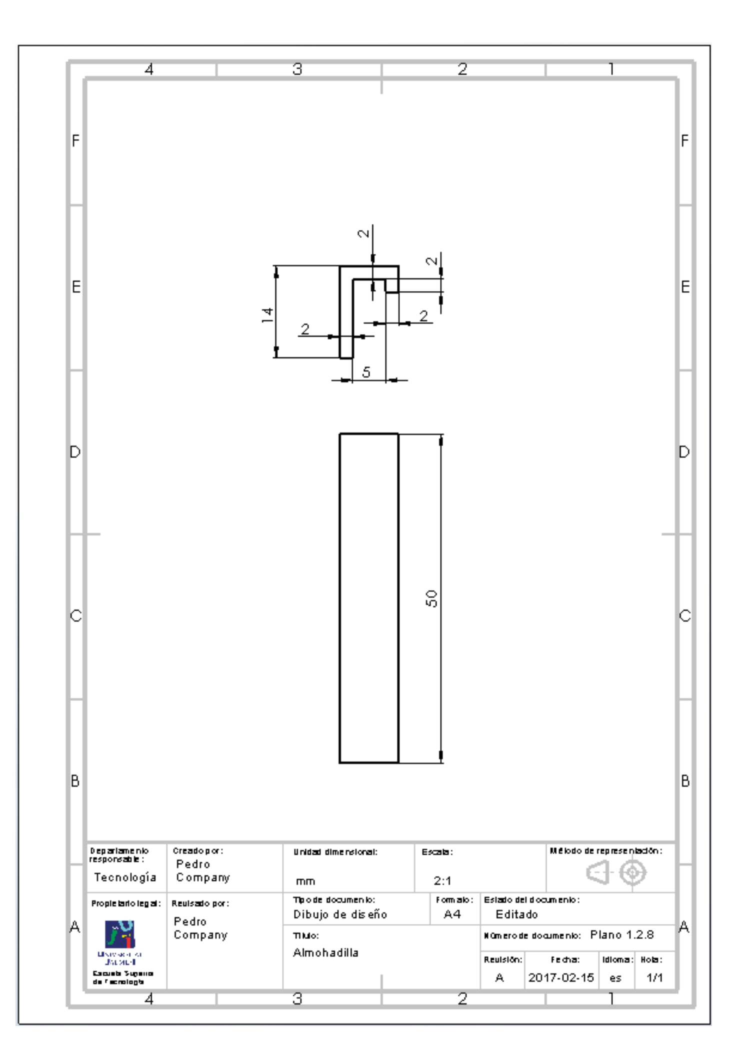
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Obtenga el dibujo de diseño de la almohadilla:

- Utilice un formato A4 vertical
- Inserte el alzado
- Obtenga la planta
- Añada las cotas, por extracción desde el modelo
- Numere el dibujo como "Plano 1.2.8"



Ejecución: dibujos funcionales

Tarea

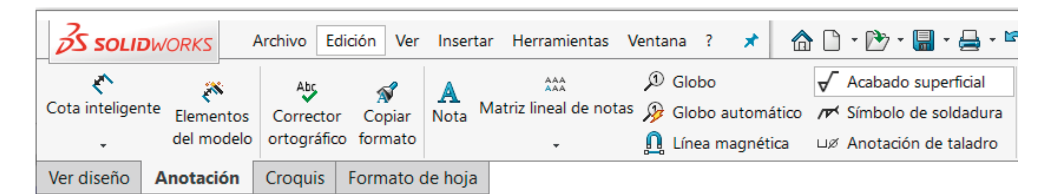
Estrategia

Ejecución

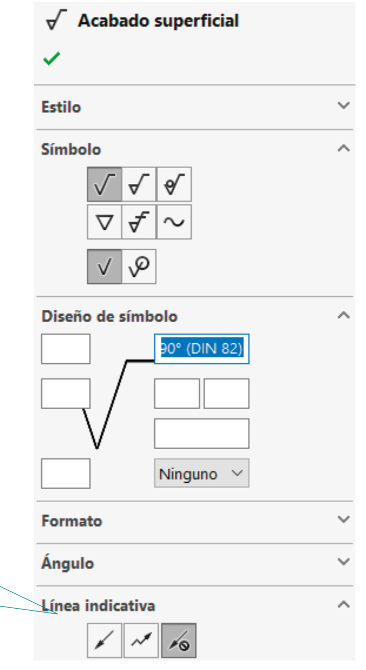
Conclusiones

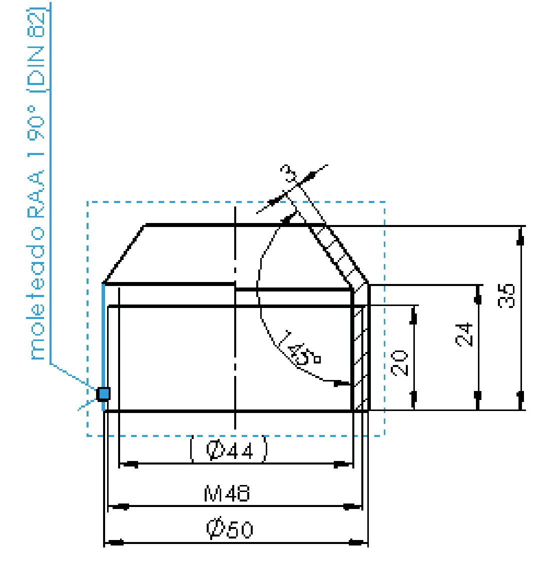
Añada la indicación de moleteado en el anillo de fijación:

- Seleccione el comando *Acabado superficial*



- Rellene los campos apropiados en el editor de acabado superficial
- Coloque el símbolo en el dibujo, apoyado en el contorno de la superficie a moletear





Añada una línea indicativa si quiere que el símbolo quede orientado horizontalmente

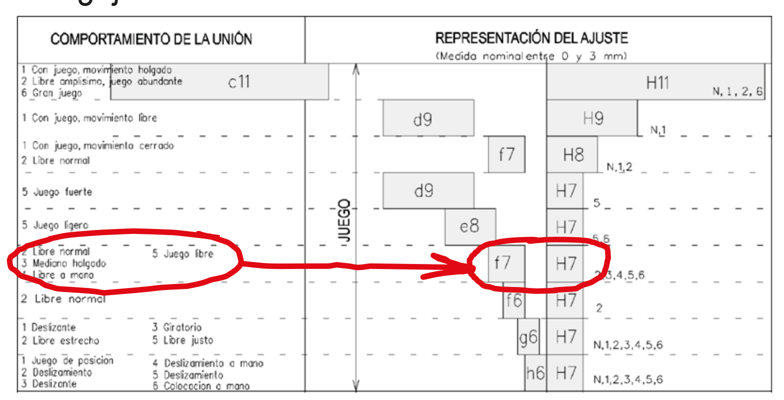
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

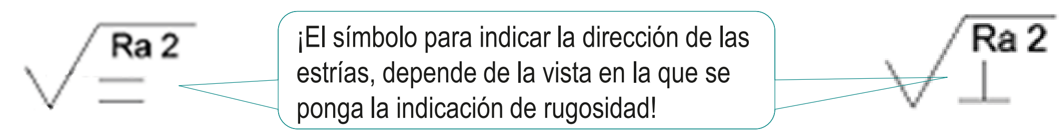
Ejecución: dibujos funcionales

Determine las indicaciones de fabricación requeridas para la mordaza fija:

- Consulte la tabla del final de la lección 4.3.3 para seleccionar las tolerancias dimensionales necesarias para asegurar que la mordaza móvil tiene un ajuste fino holgado con la mordaza fija, en sistema de agujero único



- Consulte la lección 4.3.1 para determinar cómo se debe indicar una rugosidad media del perfil de rugosidades de 2 micras para las superficies de contacto en el deslizamiento de las piezas, con dirección predominante de las estrías paralela a la dirección de deslizamiento



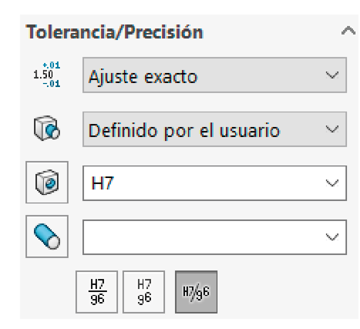
- Consulte la lección 4.3.4 para determinar cómo se debe indicar una tolerancia de planicidad de valor 0.05 mm por tramos de 50mm

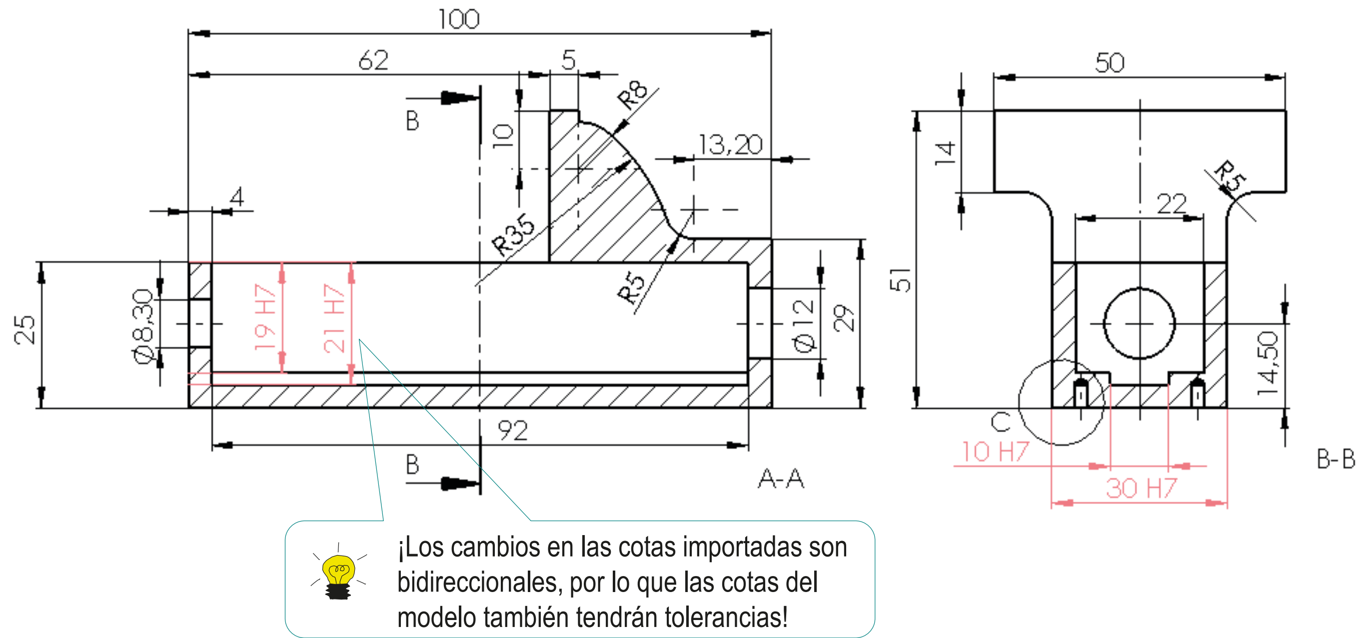


Ejecución: dibujos funcionales

Añada las indicaciones de fabricación al dibujo de diseño de la mordaza fija:

- Para añadir las tolerancias dimensionales, edite cada una de las cotas relacionadas con el contacto entre ambas mordazas, y añada la tolerancia ISO H7 para los huecos





¡Los cambios en las cotas importadas son bidireccionales, por lo que las cotas del modelo también tendrán tolerancias!

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

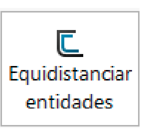
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

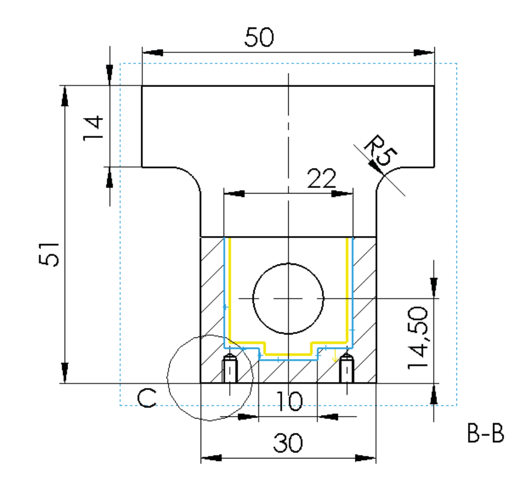
Ejecución: dibujos funcionales

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
- Conclusiones

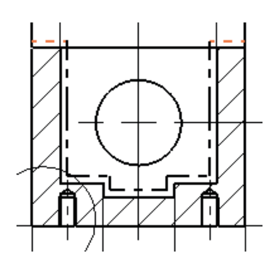
√ Para añadir el control de rugosidad y la planicidad en las superficies de apoyo, agrúpelas mediante una línea auxiliar y utilice un único símbolo para todas ellas:

√ Utilice el comando *Equidistanciar entidades* para dibujar una línea gruesa de trazo y punto paralela al contorno de las superficies a controlar

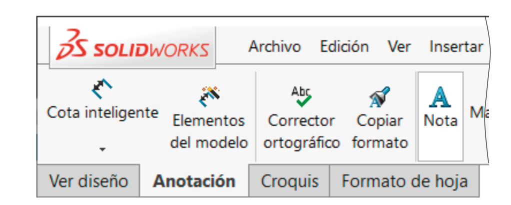


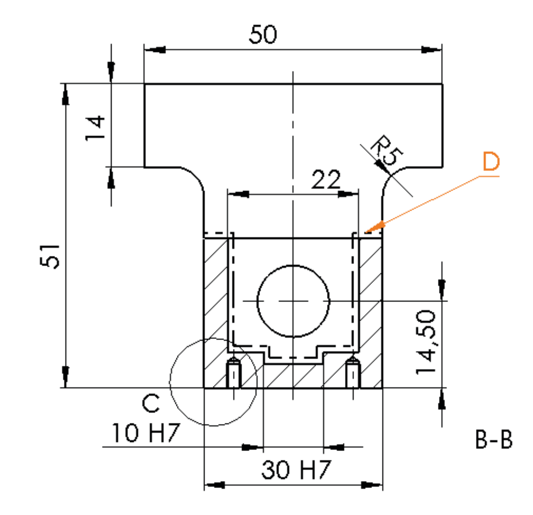


√ Complemente la línea de contorno dibujando las líneas restantes



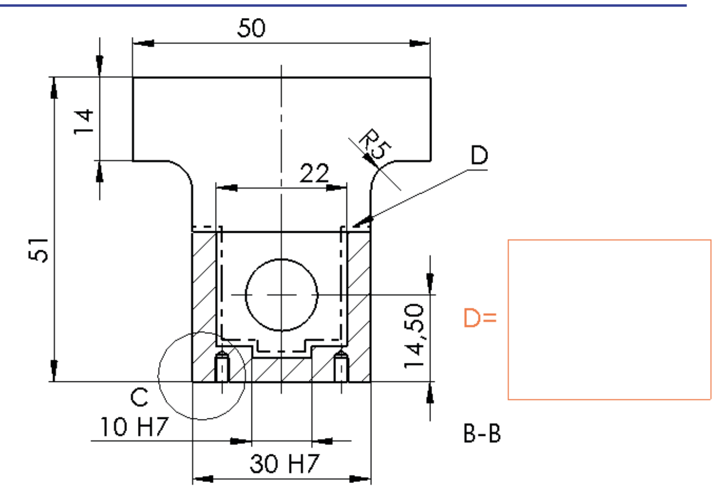
√ Utilice el comando *Nota* para añadir un símbolo genérico apuntado a la línea auxiliar



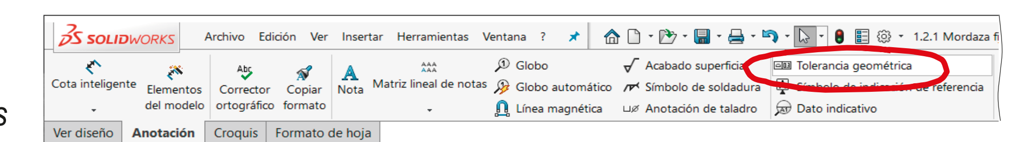


Ejecución: dibujos funcionales

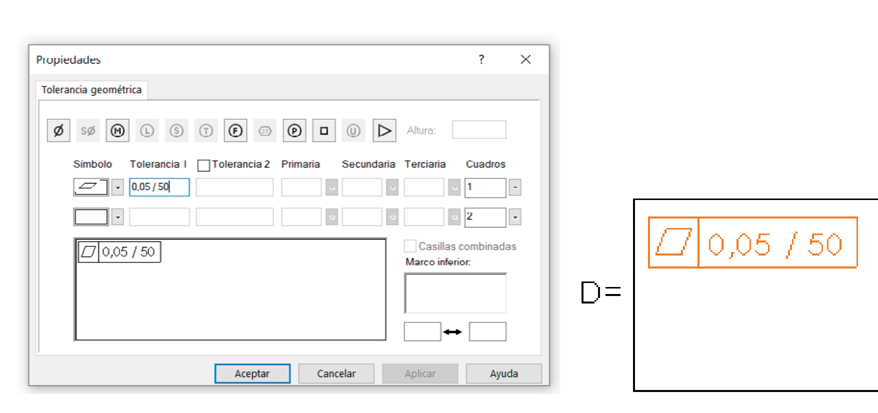
- Ponga una leyenda indicando el significado del símbolo genérico
  - Dibuje un recuadro para enmarcar los dos símbolos de fabricación
  - Añada una nota para indicar el nombre de la leyenda



- Construya el símbolo de tolerancia geométrica con ayuda de su editor:
  - Seleccione *Tolerancias geométricas*



  - Complete el símbolo seleccionando las opciones apropiadas y añadiendo los textos necesarios
  - Coloque el símbolo en el dibujo (sin línea de referencia)



D=

0,05 / 50

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: dibujos funcionales

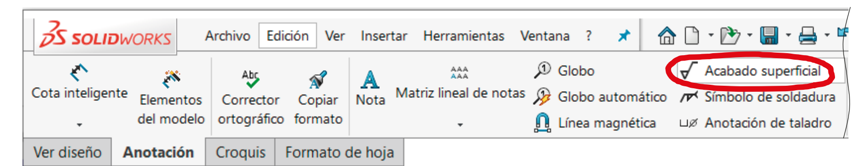
Tarea

Estrategia

Ejecución

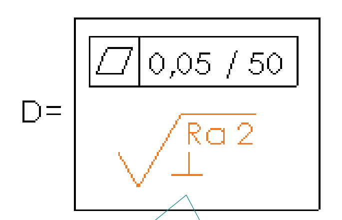
Conclusiones

- Construya el símbolo de tolerancia geométrica con ayuda de su editor
  - Seleccione el comando *Acabado superficial*



  - Rellene los campos apropiados en el editor de acabado superficial

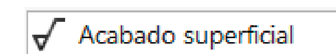




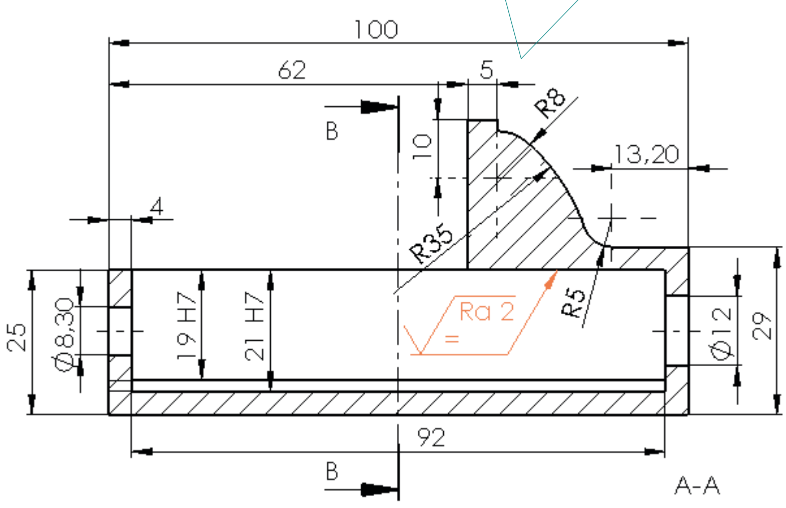
  - Coloque el símbolo en el dibujo, dentro del cuadro leyenda

¡La misma dirección de las estrías es perpendicular a una vista, y paralela a otra

- Para la superficie de contacto superior (que no es de apoyo), indique únicamente el control de rugosidad
  - Seleccione el comando *Acabado superficial*



  - Rellene los campos apropiados en el editor de acabado superficial
  - Coloque el símbolo en el dibujo, apoyado en el contorno de la superficie a controlar

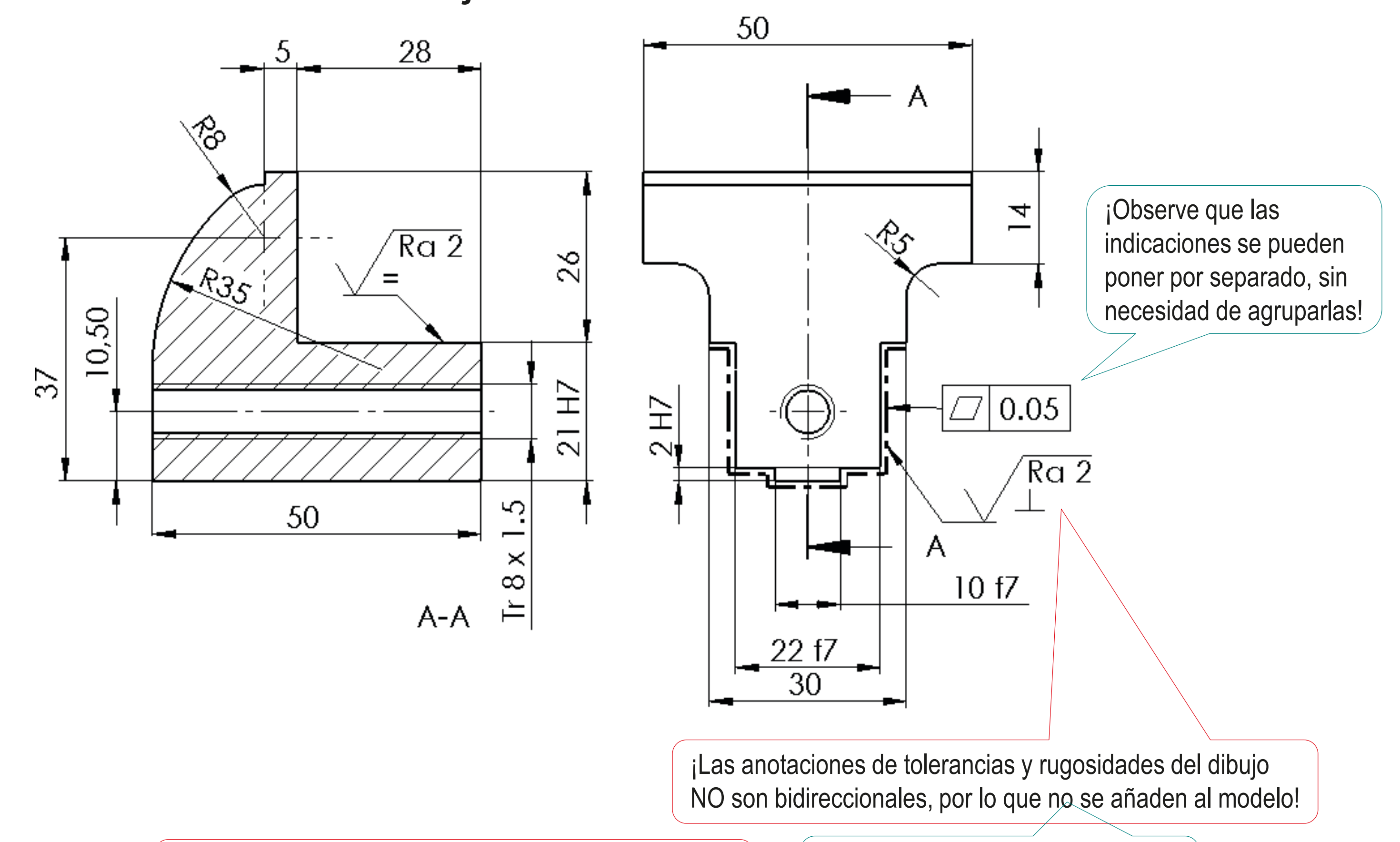


ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Repita el mismo procedimiento, para añadir las indicaciones de fabricación al dibujo de diseño de la mordaza móvil:



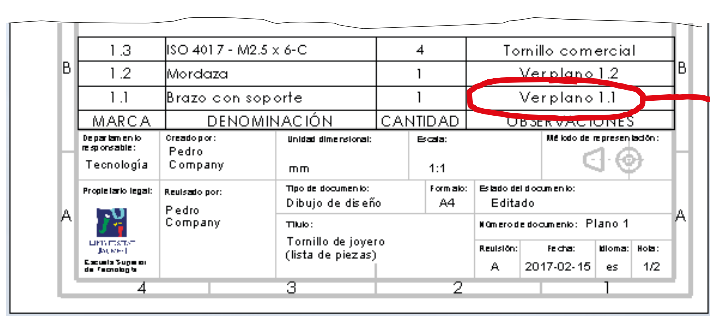
ISBN: 978-84-18951-43-5

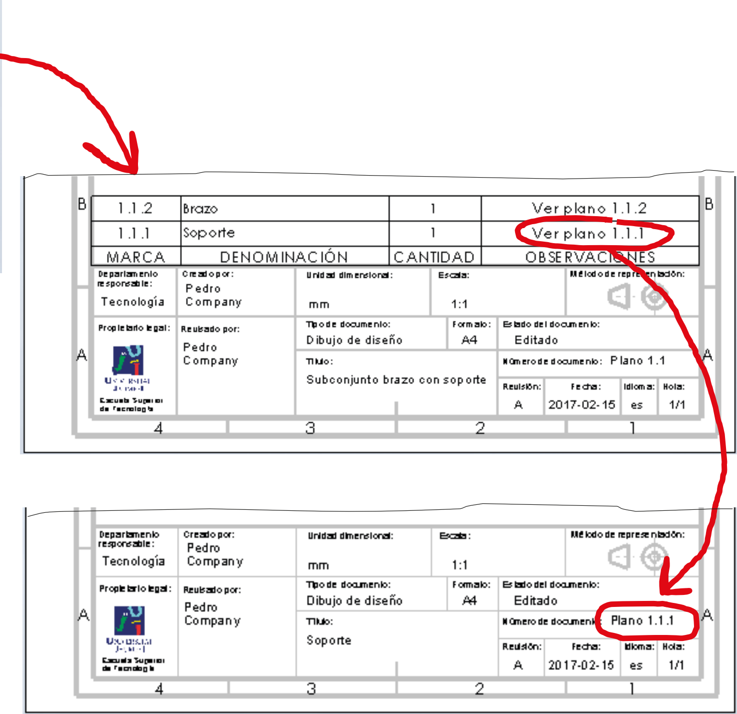
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: planos

Revise la numeración del conjunto de planos:





Compruebe que la numeración de los planos en las listas de piezas y en los bloques de títulos corresponde con la propuesta

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Ejecución: planos

Obtenga documentos electrónicos (en formatos compatibles) y organícelos en un único documento

- Imprima cada dibujo en un formato pdf (Adobe®) o similar

  Los documentos en formato pdf se obtienen imprimiendo los dibujos en una impresora pdf, o *guardando como* en formato pdf

- Agrupe todos los documentos pdf (Adobe®) o similares en un único documento planos

  Inserte los diferentes documentos pdf en un único documento pdf, siguiendo la numeración de las páginas

1. (1)Tornillo de joyero.SLDDRW
1. (2)Tornillo de joyero ilustración.SLDDRW
1.1 Brazo con soporte.SLDDRW
1.1.1 Soporte.SLDDRW
1.1.2 Brazo.SLDDRW
1.1.2.1 Rótula.SLDDRW
1.1.2.2 Anillo de fijacion.SLDDRW
1.1.2.3 Eje basculante.SLDDRW
1.2 Mordaza.SLDDRW
1.2.1 Mordaza fija.SLDDRW
1.2.2 Mordaza movil.SLDDRW
1.2.3 Tornillo sinfín.SLDDRW
1.2.4 Anillo.SLDDRW
1.2.6 Palanca.SLDDRW
1.2.7 Tope.SLDDRW
1.2.8 Almohadilla.SLDDRW

→

1. (1)Tornillo de joyero.PDF
1. (2)Tornillo de joyero ilustración.PDF
1.1 Brazo con soporte.PDF
1.1.1 Soporte.PDF
1.1.2 Brazo.PDF
1.1.2.1 Rótula.PDF
1.1.2.2 Anillo de fijacion.PDF
1.1.2.3 Eje basculante.PDF
1.2 Mordaza.PDF
1.2.1 Mordaza fija.PDF
1.2.2 Mordaza movil.PDF
1.2.3 Tornillo sinfín.PDF
1.2.4 Anillo.PDF
1.2.6 Palanca.PDF
1.2.7 Tope.PDF
1.2.8 Almohadilla.PDF

→

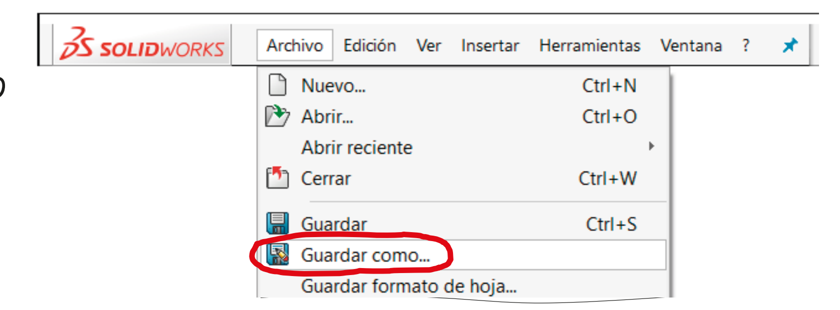
Planos tornillo de joyero.pdf

Imprima el documento planos y encuadérnelo respetando la numeración utilizada

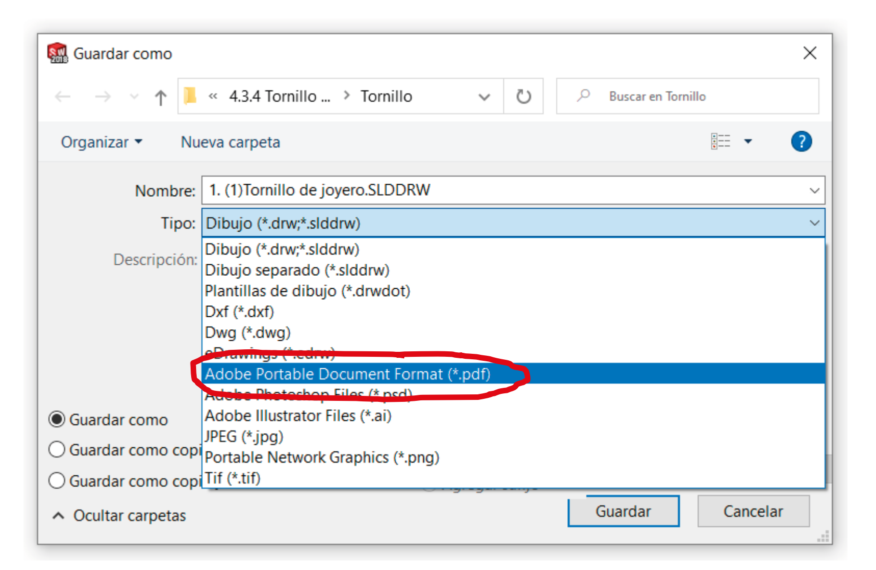


Para obtener los documentos en formato pdf:

- Seleccione *guardar como*



- Seleccione el tipo *Adobe Portable Document (pdf)*



ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: planos

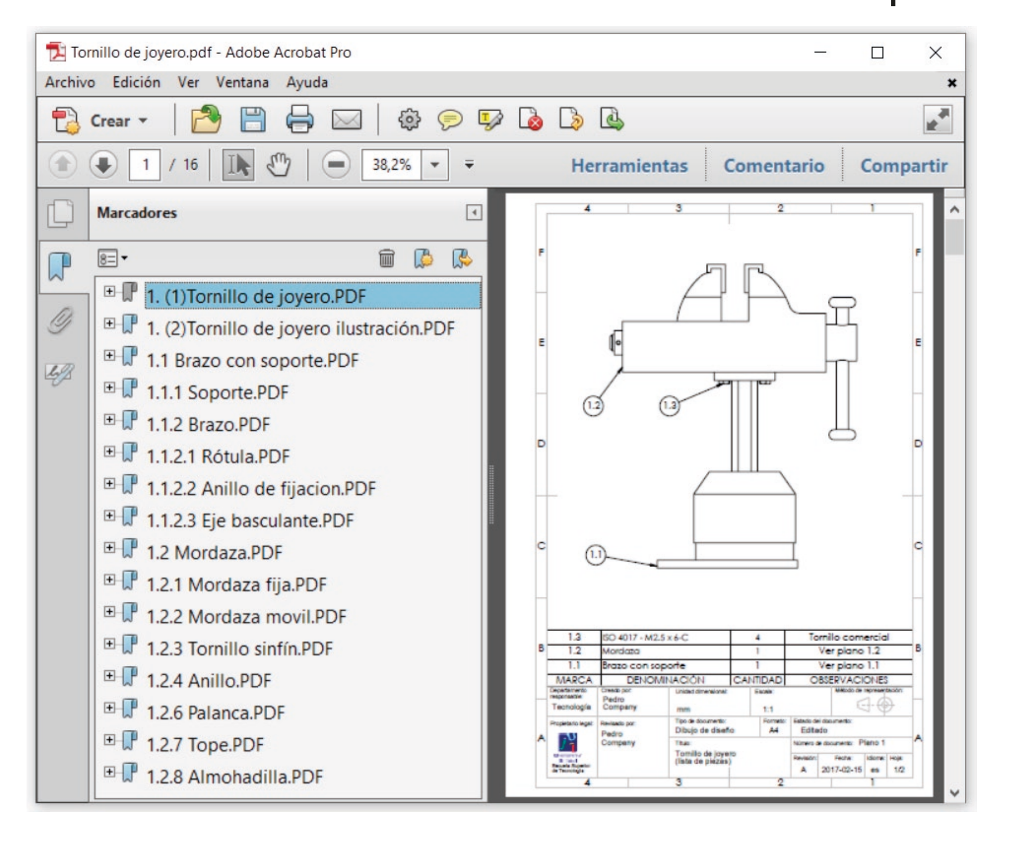
Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Para agrupar todos los planos en un único documento pdf, hace falta una herramienta de combinación de pdf's:



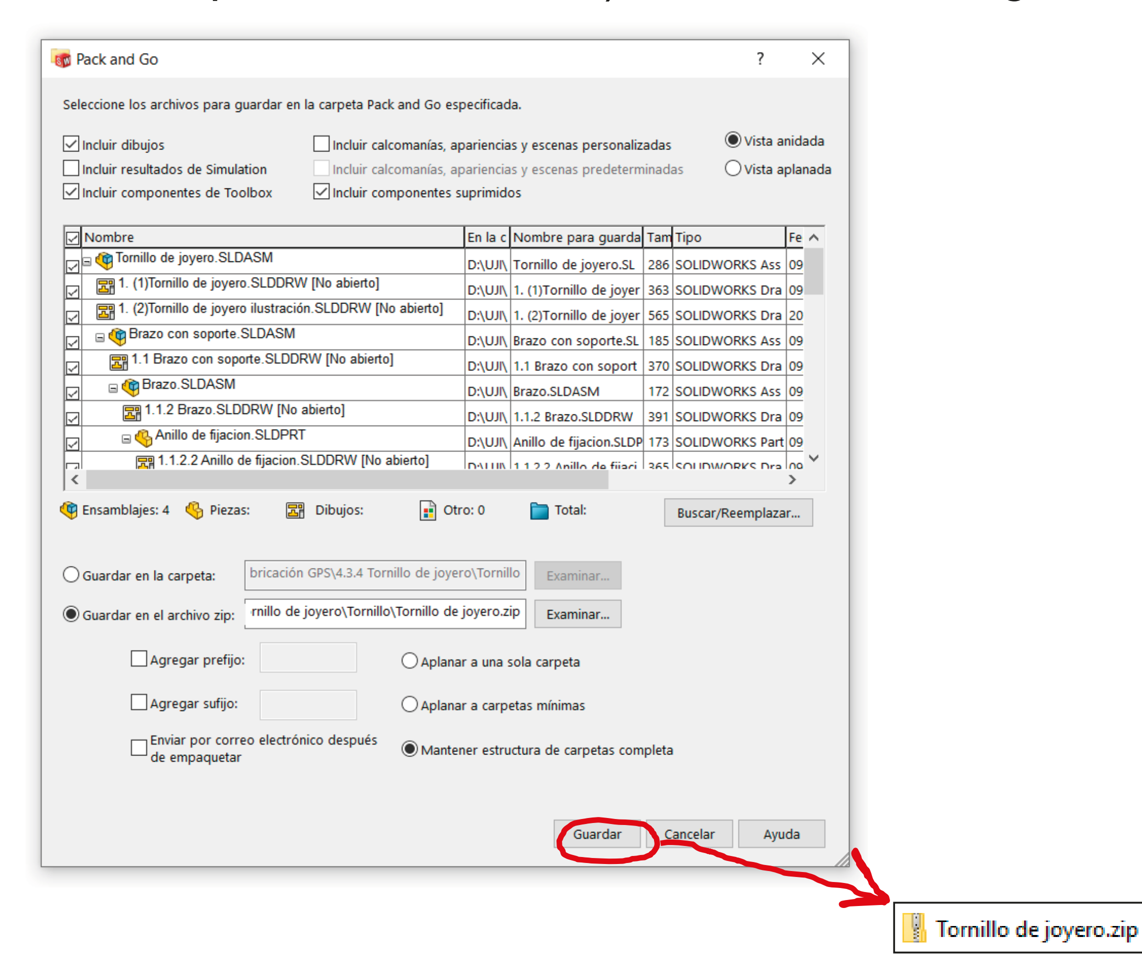
Alternativamente, puede pegar los documentos pdf como imágenes de un texto en un editor de texto, para luego imprimirlo

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: planos

Para guardar todos los ficheros de SolidWorks® (incluyendo las piezas del toolbox), utilice *Pack and go*:



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Para añadir anotaciones, antes se debe disponer de modelos, ensamblajes y/o dibujos en los que anotar

2 Se pueden simplificar los modelos y ensamblajes si se utilizan las anotaciones apropiadas

Las roscas y los taladros se simplifican mediante anotaciones basadas en normas específicas

3 Los dibujos de diseño se obtienen por extracción de los modelos y ensamblajes

4 Agrupando convenientemente los dibujos, se obtiene el documento planos del proyecto completo

5 Los dibujos funcionales se obtienen añadiendo indicaciones de fabricación a los dibujos de diseño

¡Los editores de símbolos de fabricación ayudan a representar las indicaciones!

¡Se requieren conocimientos de ingeniería para seleccionar los símbolos apropiados!

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

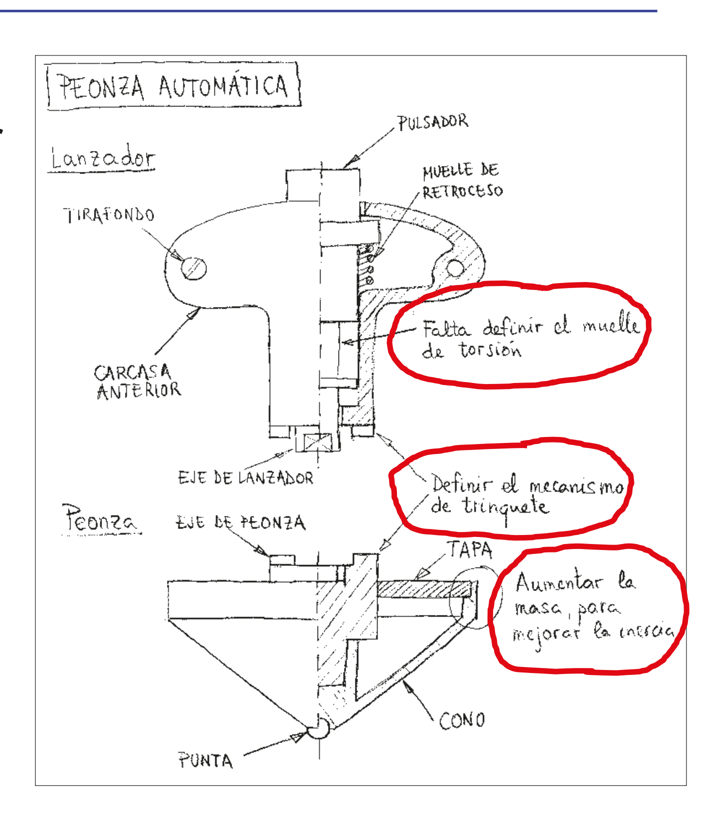
Capítulo 4.4. Anotaciones de diseño

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Las notas de diseño se han usado históricamente para complementar la información gráfica de los bocetos conceptuales…

…pero habitualmente se descartaban en los dibujos finales de los proyectos

Se pierde el saber de los diseñadores y proyectistas, contenido en los borradores, porque no queda plasmado en la documentación final de los proyectos



Las tendencia moderna es integrar las notas de diseño en los modelos, ensamblajes y dibujos de los productos industriales

Anotar los modelos CAD contribuye a implementar con éxito el concepto de empresa basada en modelos (MBE)

Definición

Las anotaciones de diseño son mensajes con comentarios, recordatorios, avisos o aclaraciones sobre diferentes aspectos del diseño que se adjuntan a los modelos, ensamblajes o dibujos

Tres características definen las anotaciones de diseño:

- √ Se transmiten mediante texto, símbolos o voz
- √ Comunican:
  - √ Propósitos (lo que se quería conseguir)
  - √ Decisiones (lo que se ha hecho para conseguirlo)
- √ Facilitan tareas frecuentes con los modelos y ensamblajes CAD:
  - √ Uso, porque ayudan a entender cómo se ha modelado
  - √ Re-diseño, porque ayudan a entender para qué se ha modelado
  - √ Análisis, porque ayudan a transmitir los límites de uso y rediseño

Definición

Las condiciones que deben cumplir las anotaciones de diseño para mejorar los documentos CAD son:

1 Tener contenido

Debe seguirse un protocolo para que los mensajes de las anotaciones sean informativos:

- √ Garantizando la calidad del mensaje
- √ Seleccionando el canal apropiado
- √ Estructurando los mensajes de las notas

2 Ser clasificables

Debe haber criterios de ordenación y clasificación de las anotaciones, para que los diseñadores puedan interrogarlas y conocer su alcance

3 Ser gestionables

Debe disponerse de herramientas informáticas que hagan manejables las anotaciones

Los aspectos rutinarios de la creación y manipulación de anotaciones deben estar automatizados

Contenidos: calidad

Para que las anotaciones sean de calidad, su contenido debe ser:

- Completo → Autocontenido — No requiere aclaraciones complementarias
- Consistente → Unívoco — No admite diferentes interpretaciones
- Conciso → Específico — No mezcla ni agrupa mensajes diferentes
- Claro → Inteligible — Consigue máxima comprensión con mínimo esfuerzo
- Enriquecedor → Necesario — Se pierde información valiosa al eliminarla

- Válido — El contenido se adapta al canal, evitando distorsionar el mensaje
- Eficiente — Se usa el canal que se adapta mejor al contenido, para maximizar la cantidad de información, minimizando el esfuerzo requerido para recibirla

¡Algunos criterios de calidad dependen del canal!

Contenidos: canales

Hay tres tipos de canales para transmitir los mensajes de las anotaciones de diseño:

- Texto plano

  Las anotaciones de diseño más comunes son las notas de texto definidas en ASME Y14.41 e ISO 16792:

  - Se colocan en vistas de anotación

    Ver lección 4.0

  - Se vinculan con la geometría mediante líneas de referencia

    La norma UNE-EN-ISO 128-2:2020 define las líneas de referencia

- Símbolos (solos o combinados con texto plano)

  Son menos frecuentes, porque requieren apoyo de normas que aseguren que van a tener interpretación única

- Mensajes de voz

  Son muy recientes, porque no se han empezado a utilizar hasta que no se ha tenido la infraestructura necesaria

Cada tipo de canal tiene sus propias ventajas y limitaciones

Contenidos: canales

Introducción

Definición

Contenidos

Calidad

Canales

Estructura

Clasificación

Gestión

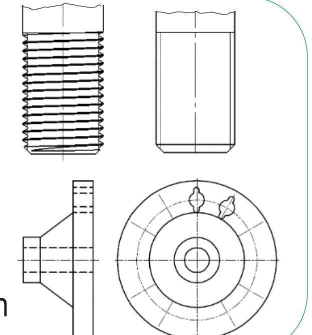
Conclusiones

Algunos símbolos de delineación y fabricación se pueden convertir en anotaciones de diseño:

- Algunas anotaciones de geometría o fabricación también contribuyen a transmitir información de diseño

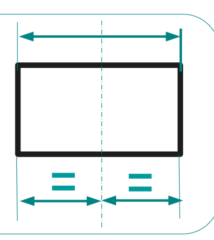
  La anotación gráfica de las roscas contribuye a visualizar los procedimientos de montaje

  La simplificación gráfica de elementos repetitivos contribuye a visualizar los patrones de repetición



- Algunos procedimientos tradicionales para simplificar los dibujos de productos industriales también transmiten información de diseño

  Por ejemplo, poniendo el símbolo “igual” en lugar de las cifras de cota de dos cotas que marcan la posición equidistante de dos elementos simétricos, para reforzar la simetría





Pero hay pocas anotaciones mediante símbolos normalizados, por lo que su alcance es limitado, y extrapolarlas puede producir comunicaciones de poca calidad

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Contenidos: canales

Recientemente se han introducido también las notas de voz para capturar diseño y conocimientos de ingeniería:

Plumed R., González-Lluch C., Pérez-López D., Contero M., and Camba J.D. (2021) A voice-based annotation system for collaborative computer-aided design. Journal of Computational Design and Engineering, 2021, on-line first. DOI: 10.1093/jcde/qwaa092

- La señal de audio se captura y se adjunta a la geometría

También se puede transcribir automáticamente a una nota textual vinculada al modelo 3D, que queda indexada y que es "buscable"

- La notas de voz pueden aportar tres ventajas:
  - Conservan las peculiaridades de las comunicaciones verbales, como énfasis o tono, que son difíciles o imposibles de reproducir con texto
  - Aportan velocidad, ya que podemos a hablar más rápido de lo que podemos escribir
  - Aprovechan la multimodalidad de los dispositivos informáticos para descongestionar la pantalla, transmitiendo parte de la información por otros canales

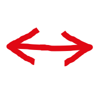
- Integrar grandes cantidades de información (habitualmente gestionadas por separado de los modelos CAD) es un objetivo pendiente

Registros de las sesiones de diseño colaborativo, interacción con futuros clientes y proveedores, etc.

Contenidos: estructura

La ausencia o presencia de estructuración en los mensajes da lugar a dos modos de comunicar mediante anotaciones:

El lenguaje natural da más libertad para construir mensajes con diversos contenidos



El lenguaje estructurado con vocabulario estandarizado ("lenguaje técnico") favorece la calidad de las notas

- No requiere entrenamiento para lograr mensajes completos √
- No garantiza la consistencia X
- No garantiza la concisión X
- Permite el lenguaje barroco, que prescinde de la claridad X
- Favorece la transmisión de información rica, porque acepta mensajes espontáneos √
- Es difícil clasificar los mensajes X

- X Requiere entrenamiento y/o método para que los mensajes sean completos
- √ Favorece la consistencia
- √ Favorece la concisión
- √ Fomenta el uso del lenguaje estandarizado, que favorece la claridad
- X Dificulta la transmisión de información rica, porque la estructuración encorseta los mensajes
- √ Favorece la clasificación de los mensajes

Contenidos: estructura

Definición

Contenidos

Calidad

Canales

Estructura

Clasificación

Gestión

Conclusiones

La estructura de los mensajes recomendada es:

sujeto + acción + objeto

El procedimiento recomendado para construir los mensajes es:

- √ Use verbos conjugados que describan la *acción* — sella
- √ Use nombres que describan el *sujeto* — El anillo sella
- √ Use construcciones gramaticales simples para describir el *objeto* — El anillo sella el cilindro
- √ Use adjetivos sólo cuando necesite puntualizar la descripción del sujeto — El anillo grande sella el cilindro
- √ Use preposiciones para reforzar las descripciones — El anillo grande del pistón sella el cilindro por compresión para impedir el paso de fluido
- √ Priorice el vocabulario menos ambiguo y más especializado

Puede encontrar recomendaciones interesantes en normas de anotaciones en dibujos

Vea el apartado 4.27 de *Anotaciones en dibujos*, de la norma ASME Y14.100-2017

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Clasificación

Las anotaciones se pueden clasificar por su propósito:

- √ Objetivos → Qué → Describen lo que se quiere conseguir
  - Son aspiraciones o metas a largo plazo en el diseño de nuevos productos
- √ Requisitos → Cómo → Describen la necesidad que se satisface
  - Son las condiciones (muchas veces cuantificables) que debe cumplir la solución de diseño al problema planteado
- √ Justificaciones → Por qué → Describen la decisiones que se han tomado
  - Son las razones o propósitos que hay detrás de las decisiones hechas al concretar un diseño
- √ Intenciones → Para qué → Describen el comportamiento esperado
  - Son aspiraciones que se tienen al diseñar el producto y determinan el modo en que reaccionará al operar con él, o al cambiarlo o alterarlo

Clasificación: objetivos

Los objetivos son descripciones de lo que se quiere conseguir con un proyecto

Los proyectos son planificaciones de esfuerzos temporales para *ejecutar* actividades interrelacionadas y coordinadas para acercarse a una meta

Las metas son los propósitos genéricos y a largo plazo que se pretende *alcanzar*

Hay dos tipos de objetivos:

- √ Generales:
  - √ Constituyen la esencia de lo que se espera del proyecto
  - √ Suele haber un único objetivo general para cada proyecto
- √ Específicos:
  - √ Describen diferentes partes de los objetivos generales con un nivel de detalle mayor
  - √ Alcanzar todos los objetivos específicos debe implicar alcanzar automáticamente el objetivo general

Clasificación: objetivos

Todos los objetivos deben ser:

- √ Relevantes
  Deben justificar la importancia y significación de las metas que implican
- √ Realistas
  Deben ser alcanzables o realizables

Los objetivos específicos también deben ser:

- √ Limitados en el tiempo
  Pueden describir el calendario y los plazos de entrega
- √ Medibles y auditables
  Pueden vincularse a los resultados entregables
- √ Precisos
  Pueden determinar el alcance de un proyecto

  El alcance define todas las acciones que se van a contemplar para hacer los objetivos posibles…

  …y, por exclusión, define lo que NO se va a hacer

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

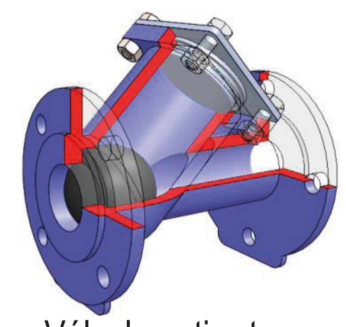
Clasificación: objetivos

Los objetivos se describen mediante sentencias u oraciones que explican lo que se quiere conseguir:

- Las sentencias/oraciones son genéricas para los objetivos generales
- Las sentencias/oraciones son concretas y detalladas para los objetivos específicos:
  - Pueden describir las tareas que se ejecutan
  - Pueden describir los resultados "entregables" que se alcanzan

Es infrecuente convertir los objetivos en anotaciones, pero es normal usarlos para identificar los diseños:

- Los títulos de los documentos de diseño suelen describir el objetivo del producto del que informan
- Las descripciones de los diseños suelen resaltar los objetivos



Válvula anti-retorno

El mecanismo de obturación mediante bola movida por gravedad permite el paso de líquido en un sentido, al tiempo que impide su paso en sentido contrario

Clasificación: requisitos

Los requisitos de diseño (“design requirements”) son:

Los deseos y necesidades sobre condiciones o capacidades que debe tener un producto (o un sistema, o un servicio), que los diseñadores deben traducir a recomendaciones expresadas en términos técnicos

Se usan indistintamente los términos requisito y requerimiento, aunque parece más apropiado decir que los *requerimientos* (se pide algo, “request”) producen *requisitos* (se determinan las condiciones para ese algo, “requirements”)

Los requisitos de diseño se clasifican por tipos:

- Implícitos, o de contorno:
  - De limitaciones técnicas
  - De regulaciones legales
- Explícitos, o de los interesados (“stakeholders”):
  - Del fabricante que va a producir el producto
  - De los usuarios finales

No hay que confundir la fuente (quién propone el requisito), con el tipo (para qué sirve el requisito), porque no siempre coindicen

No necesariamente un requisito propuesto por un usuario es un requisito que resuelve las necesidades del usuario

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

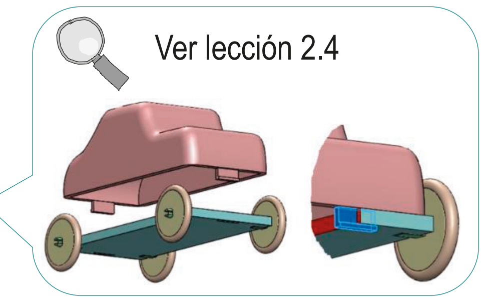
Clasificación: requisitos

La mejor estrategia para incorporar los requisitos a los diseños de productos es convertirlos en formas geométricas que los implementen y que no precisen de más aclaraciones:

- Por ejemplo, una simetría bilateral de una pieza puede implementar un requisito de diseño reversible
- Otro ejemplo son los ofrecimientos

En general, los ofrecimientos (affordances) son aquellas características perceptibles del objeto que resultan intuitivas a la hora de saber como usarlo

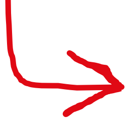
Ver lección 2.4





Algunos requisitos del diseño se convierten en formas geométricas complejas que los hacen difíciles de percibir

Aunque siguen cumpliendo su propósito



En tales casos, una anotación es la mejor forma de que el requisito esté visible y no sea ignorado en posibles rediseño futuros

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Clasificación: requisitos

Los requisitos más genéricos se describen mediante oraciones de texto libre que se vinculan a los diseños mediante anotaciones:

- √ Las anotaciones más comunes de requisitos del diseño son resúmenes de texto concisos que capturan las necesidades que se han satisfecho
- √ Las anotaciones más sofisticadas pueden servir para tres propósitos:
  - √ Describir, vinculando el requisito con la solución propuesta
  - √ Explicar, mostrando la interacción entre el requisito y la solución
  - √ Justificar, mediante razonamientos motivados

Para documentar los requisitos de modo más exhaustivo se utilizan documentos específicos:

- √ Los requisitos se convierten en especificaciones cuando se formulan de modo objetivo y cuantificable
- √ Los requisitos se denominan restricciones cuando se formulan indicando lo que NO es aceptable
- √ Los requisitos se denominan entregables (deliverables) cuando deben producir algo tangible o intangible que se obtiene como resultado de un proyecto

Clasificación: requisitos

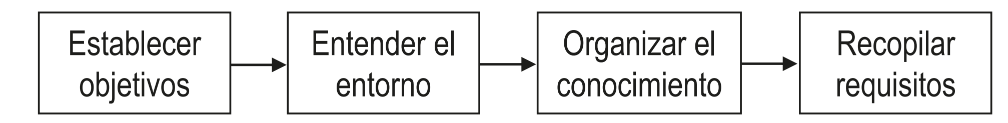


La gestión de requisitos es una tarea compleja:

- Los grandes proyectos de ingeniería pueden tener cientos o incluso miles de requisitos

  Los sistemas PLM a menudo proporcionan módulos especializados dedicados exclusivamente a la gestión de requisitos

- Los requisitos pasan por cuatro etapas:
  - Los requisitos se recopilan tras establecer objetivos, entender las situaciones de contorno y organizar el conocimiento disponible



  - Antes de confirmarlos, los requisitos se analizan para detectar posibles inconsistencias
  - Durante el proyecto los requisitos se usan para determinar el progreso
  - Para acabar el diseño, se valida que el resultado cumpla los requisitos

  Anotar los modelos y ensamblajes puede servir para resaltar los requisitos que cumple el diseño propuesto

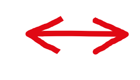
Clasificación: justificaciones

Las justificaciones de diseño ("design rationale") capturan y representan las decisiones tomadas durante el proceso de diseño y las razones que hay detrás de ellas

Según la norma ISO 10303-55:2005

Las justificaciones de diseño sirven para dos propósitos diferentes:

La argumentación recopila justificaciones, para repositorios de saber-hacer, y para razonar sobre deficiencias metodológicas a mejorar en diseños futuros



La documentación se centra en transmitir las justificaciones a personas ajenas al proyecto

Es difícil capturar justificaciones argumentales, por lo que se recurre a procedimientos específicos y sofisticados de captura desvinculados de los documentos CAD

Hay mecanismos para capturar información transmitida por todo tipo de canales

Tales como Issue-Based Information System (IBIS)

Pero los diseñadores son reticentes los procedimientos muy intrusivos necesarios para documentar sus acciones de modo muy estructurado, porque afectan al proceso creativo

Es viable enriquecer documentos CAD convirtiendo justificaciones documentales en anotaciones, si previamente se captura la información (de modo poco invasivo), y se estructura en lo posible

Las justificaciones documentales son menos completas, porque no incluyen la información para uso interno del equipo de proyecto (los razonamientos de diseño)

Clasificación: justificaciones

A su vez, las justificaciones documentales también tienen dos propósitos alternativos:

Gestión de la propiedad intelectual  Supervisión

Identificar y asegurar los logros de un proyecto

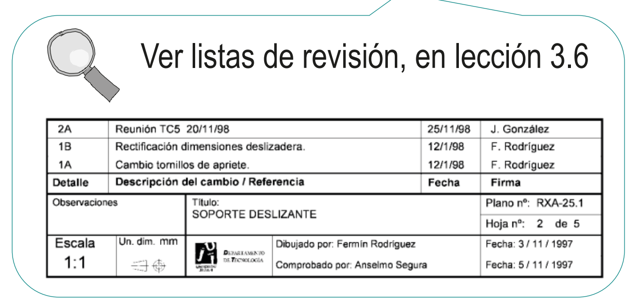
Permitir que las personas ajenas comprendan, supervisen y regulen, si es necesario, lo que hace el grupo de proyecto

El propósito determina el modo de representación:

√ Las justificaciones para gestión de la propiedad intelectual se documentan en formularios específicos que siguen formatos establecidos

√ Las justificaciones *tradicionales* de supervisión se representaban mediante notas en los dibujos de diseño

Ver listas de revisión, en lección 3.6



2A	Reunión TC5 20/11/98	25/11/98	J. González
1B	Rectificación dimensiones deslizadera.	12/1/98	F. Rodríguez
1A	Cambio tornillos de apriete.	12/1/98	F. Rodríguez
Detalle	**Descripción del cambio / Referencia**	**Fecha**	**Firma**

Observaciones		Título: SOPORTE DESLIZANTE	Plano nº: RXA-25.1
			Hoja nº: 2 de 5
Escala 1:1	Un. dim. mm	Departamento de Tecnología — Dibujado por: Fermín Rodríguez	Fecha: 3 / 11 / 1997
		Comprobado por: Anselmo Segura	Fecha: 5 / 11 / 1997

Esas notas se adjuntan ahora a los modelos y ensamblajes CAD

Las anotaciones más comunes de justificación del diseño son resúmenes de texto concisos que capturan las decisiones de diseño

Clasificación: justificaciones



Las patentes son los documentos que mejor visualizan el propósito documental de la justificación del diseño:

- Las solicitudes de patentes deben demostrar:
  - Novedad — Ningún otro diseño idéntico ha sido hecho accesible al público antes
  - Singularidad — La impresión general que produce en el usuario informado difiere de la impresión general producida en dicho usuario por cualquier otro diseño que haya sido hecho accesible al público antes

- Por ello, las patentes usan combinaciones de dibujos y texto para describir los principios de funcionamiento novedosos

Los dibujos técnicos y las imágenes de los modelos CAD suelen ser fundamentales en la descripción de las características técnicas de una invención patentada

Vincular las reivindicaciones de la patente a las imágenes de la patente a través de la anotación de las imágenes mejora la comprensión del dispositivo y sus novedades

Clasificación: justificaciones



Las justificaciones de diseño se deben capturar y usar, lo que conlleva dificultades que dependen de cada tipo:

	Capturar	Usar
Argumentativas	✗ Capturar justificaciones argumentativas es difícil, porque hay que seguir procedimientos muy estructurados	√ Usar justificaciones argumentativas es fácil, porque se pueden recuperar las informaciones relevantes, gracias a que están estructuradas y son indexables
Documentales	√ Capturar justificaciones documentales es fácil, porque se pueden expresar en lenguaje ordinario	✗ Usar justificaciones documentales es difícil, porque las representaciones informales deben formalizarse

Las representaciones utilizadas para capturar deben convertirse en representaciones válidas para usar:

- √ Las representaciones informales deben formalizarse
- √ Las representaciones manuales deben informatizarse
- √ Todas las representaciones deben indexarse/referenciarse

Clasificación: intenciones

Las intenciones describen el comportamiento esperado del producto:

Según la norma ISO 10303-108:2005, la intención de diseño engloba todas las intenciones del diseñador de un modelo con respecto a cómo se puede instanciar o modificar

- √ Cómo funciona el producto (Uso)

Las anotaciones vinculadas a los documentos CAD pueden destacar aspectos críticos de los complejos y voluminosos *Procedimientos operativos*

Las notas de uso se centran en mostrar los vínculos entre la forma y la función

- √ Cómo reaccionará a los cambios y alteraciones (Rediseño)

Las anotaciones vinculadas a los documentos CAD pueden destacar aspectos críticos de los complejos y voluminosos *Procedimientos de modificación*

Las notas de rediseño explican lo que el diseño debe seguir haciendo, aunque cambie

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

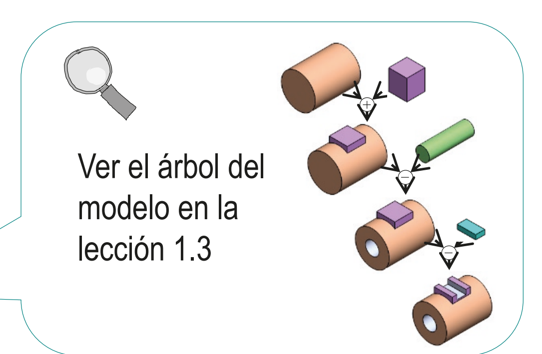
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Clasificación: intenciones



Se asume generalmente que se necesitan pocas anotaciones, porque la intención del diseño de un modelo CAD se puede comunicar implícitamente mediante su estructura paramétrica:

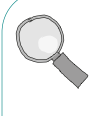
- √ Se usan Grafos Acíclicos Dirigidos (DAG) para representar las interacciones funcionales
- √ Se visualizan los DAG mediante árboles de los modelos, ensamblajes o dibujos



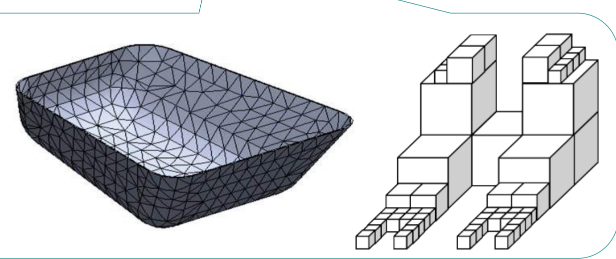
Ver el árbol del modelo en la lección 1.3



Pero esto sólo es viable en los modelos paramétricos, puesto que los modelos implícitos ("mudos") carecen de dicha información



Ver modelos de bajo nivel semántico en la lección 1.10



Clasificación

Introducción

Definición

Contenidos

Clasificación

Gestión

Conclusiones

La clasificación final de las anotaciones de diseño se muestra en la tabla siguiente:

PROPÓSITO	ALCANCE	CONTENIDO	EJEMPLO
OBJETIVOS	GENERAL	Meta general	Títulos, nombres de ficheros, descripciones
	ESPECÍFICO	Acciones	Documento de diseño
		Entregables	Diseño preliminar
REQUISITOS	IMPLÍCITO	Limitaciones, restricciones técnicas	Listas de comprobación (checklists)
		Leyes y regulaciones	Códigos obligatorios, políticas y requisitos legales
	EXPLÍCITO	Especificaciones del fabricante	Especificaciones funcionales y documentos de requisitos técnicos
		Condiciones y requerimientos de los interesados (Stakeholders)	Documentos de requisitos del producto
JUSTIFICACIONES	ARGUMENTACIÓN	Saber-hacer, decisiones de diseño	Bases de conocimiento
	DOCUMENTACIÓN	Supervisión, Propiedad intelectual	Tablas de revisión, memorandos de patentes
INTENCIONES	USO/OPERACIÓN	Procedimientos operativos	Instrucciones y fichas técnicas
	REDISEÑO	Procedimientos de modificación	Órdenes de cambio de ingeniería, Sensores CAD

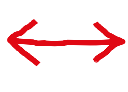
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Gestión

Por el modo en que se gestionan, se distingue entre dos clases de anotaciones de diseño:

Anotaciones estáticas, son aquellas que genera manualmente el usuario y las incorpora al modelo/ensamblaje/dibujo



Anotaciones dinámicas, son aquellas que se generan automáticamente cuando el modelo/ensamblaje/dibujo cumple alguna condición prefijada

Son más fáciles de crear, y aseguran una mayor trazabilidad

Son más complicadas de crear, pero aportan mayor adaptabilidad

En procedimiento más común para implementarlas son los sensores

Gestión: sensores

Los sensores de diseño son un tipo particular de sensores virtuales

Los sensores virtuales son abstracciones informáticas que calculan valores de variables, en lugar de medir dichas variables en el mundo real

Los sensores de diseño monitorizan diferentes atributos de los modelos o ensamblajes, y activan automáticamente una advertencia cuando el valor se mueve fuera de un rango predefinido

Las utilidades principales de los sensores de diseño son:

- Recibir notificaciones durante el proceso de modelado cuando se cumple una condición específica

  Por ejemplo, la masa del modelo es mayor que un valor predefinido, o una dimensión particular supera un cierto valor

- Facilitar simulaciones, para ayudar en optimización de diseños

Gestión: sensores

Introducción
Definición
Contenidos
Clasificación
Gestión
Conclusiones

Las anotaciones dinámicas de diseño se gestionan en SolidWorks mediante sensores CAD:

- Los sensores son rutinas automáticas que los usuarios crean con ayuda de la aplicación, para controlar propiedades seleccionadas de piezas y ensamblajes, y avisar cuando los valores se desvían de los límites especificados
- Los sensores evitan que se altere inadvertidamente la intención de diseño de un modelo o ensamblaje
- Si un cambio de diseño produce una desviación fuera de los límites especificados, el sensor produce una alerta
- SolidWorks gestiona los sensores mediante una carpeta de sensores
- Los sensores activos pueden estar en tres estados:

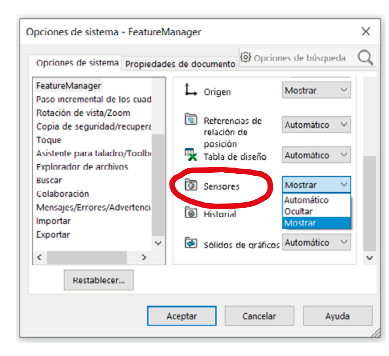
Sin icono	Cuando el sensor está activo pero no hay alertas
	Cuando el sensor no está completamente definido, o está desfasado
	Cuando el sensor dispara una alerta

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

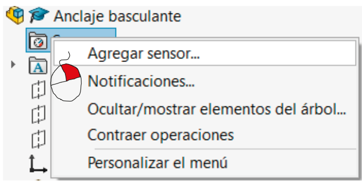
Gestión: sensores

√ El procedimiento para agregar un sensor es sencillo:

√ Active la visualización de la carpeta de sensores



√ Pulse el botón derecho sobre la carpeta de sensores para activar su menú contextual



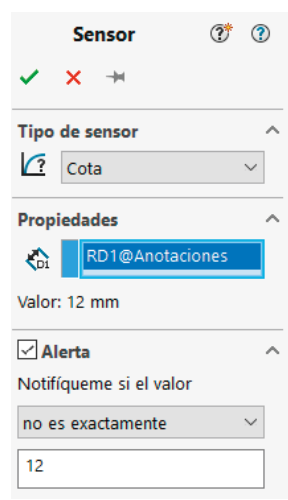
√ Seleccione el comando *Agregar sensor*

√ Defina el tipo de sensor

Cotas
Propiedades físicas
Interferencias

√ Configure la alerta

Definiendo un rango de validez del parámetro vinculado al sensor



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Gestión: interactiva

Se están desarrollando herramientas que permitan utilizar el modelo de producto digital como habilitador o medio a través del cual los ingenieros pueden acceder e interactuar con la toda la información del producto:

- En el método de anotaciones extendidas, se vinculan las anotaciones de los modelos CAD con un gestor externo de anotaciones basado en una hoja de cálculo:
  - El método sobrecarga y amplia el alcance de los instrumentos de anotación actuales disponibles en las herramientas MBE
  - Gestiona las anotaciones tanto internamente dentro del modelo 3D como externamente, en un repositorio separado
  - Un administrador de anotaciones sincroniza automáticamente la representación dual de las anotaciones

Camba J., Contero M., Johnson M. and Company P. (2014) Extended 3D annotations as a new mechanism to explicitly communicate geometric design intent and increase CAD model reusability. Computer-Aided Design (ISSN 0010-4485). Vol. 57, 61-73.

Camba, J.D., Contero, M., Salvador-Herranz, G., Plumed, R. (2016) Synchronous communication in PLM environments using annotated CAD models. Journal of Systems Science and Systems Engineering, 2016, 25(2), pp. 142–158

Gestión: interactiva

√ Disponer de anotaciones externas proporciona beneficios:

- √ Permiten una expansión progresiva de los metadatos sin alterar la representación geométrica del modelo
- √ Se pueden utilizar varios archivos de anotaciones con el mismo modelo para proporcionar diferentes niveles de anotaciones para diferentes fines
- √ Utilizar el modelo de producto digital para interactuar con toda la información relevante (que puede residir en archivos y repositorios externos, Sistemas PDM, etc.) sin problemas y en tiempo real es clave para llegar a transformar modelos digitales en verdaderos gemelos digitales

☓ Sin embargo, las estrategias de anotaciones externas son difíciles de mantener

Las anotaciones internas, por otro lado, son más fáciles de implementar y ya son compatibles con la mayoría de sistemas CAD

☓ Actualmente, no toda la información de diseño puede integrarse directamente en un modelo CAD

Conclusiones

1. Las anotaciones de diseño enriquecen los modelos, ensamblajes y dibujos CAD comunicando propósitos y decisiones de diseño

2. Conseguir anotaciones de calidad requiere esfuerzo

   Existen algunos protocolos simples para conseguir anotaciones con contenidos de calidad

3. Las anotaciones deben clasificarse, para facilitar su utilización mediante filtros que visualicen las que son relevantes en cada momento

   Se propone una clasificación que diferencia entre: objetivos, requisitos, justificaciones e intenciones

4. Las anotaciones deben gestionarse mediante herramientas informáticas, para facilitar su consulta e impedir que saturen los canales de comunicación

   Hay herramientas informáticas que visualizan automáticamente anotaciones vinculadas a eventos

Ejercicio 4.4.1. Collarín oscilante

Tarea

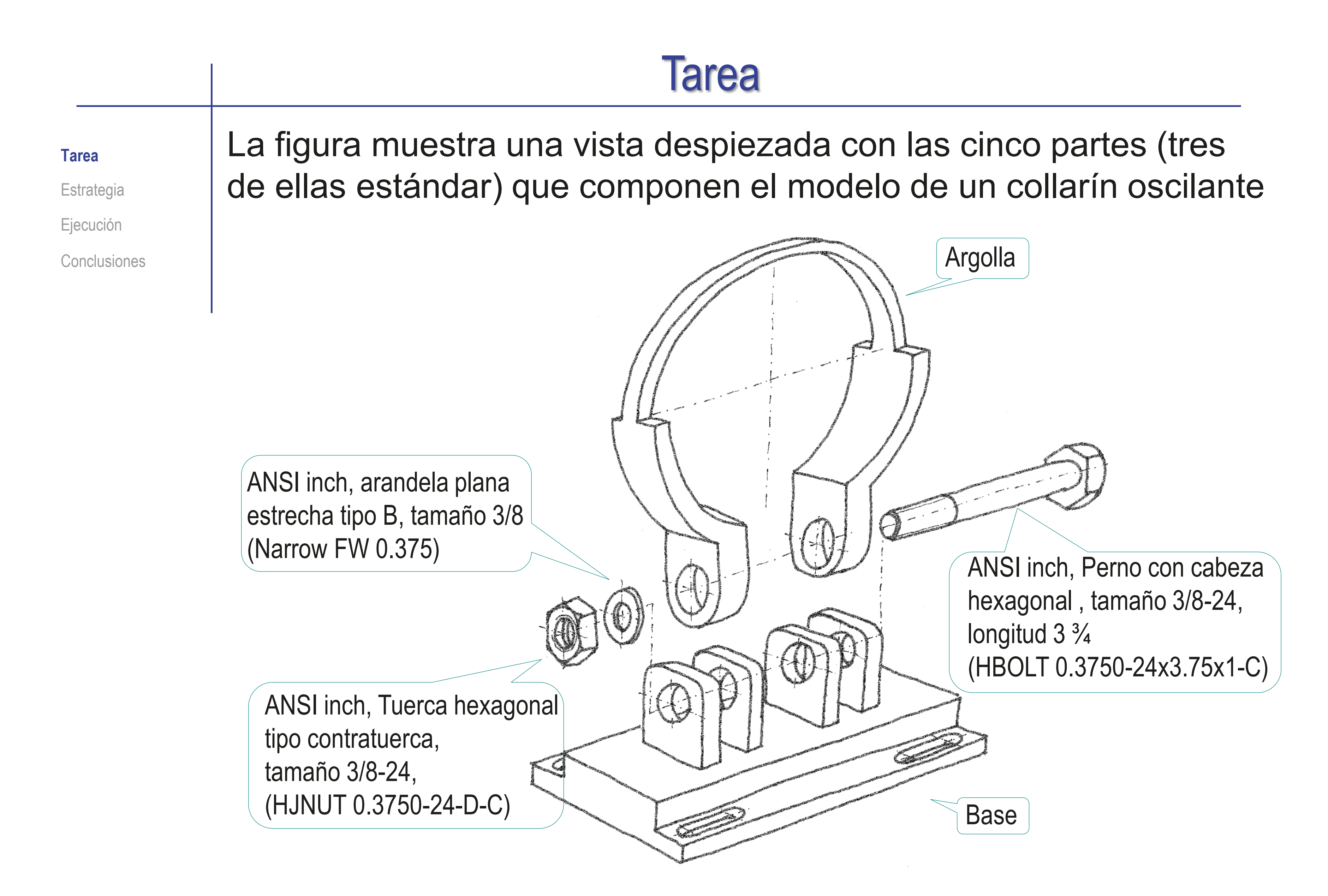
Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

La figura muestra una vista despiezada con las cinco partes (tres de ellas estándar) que componen el modelo de un collarín oscilante



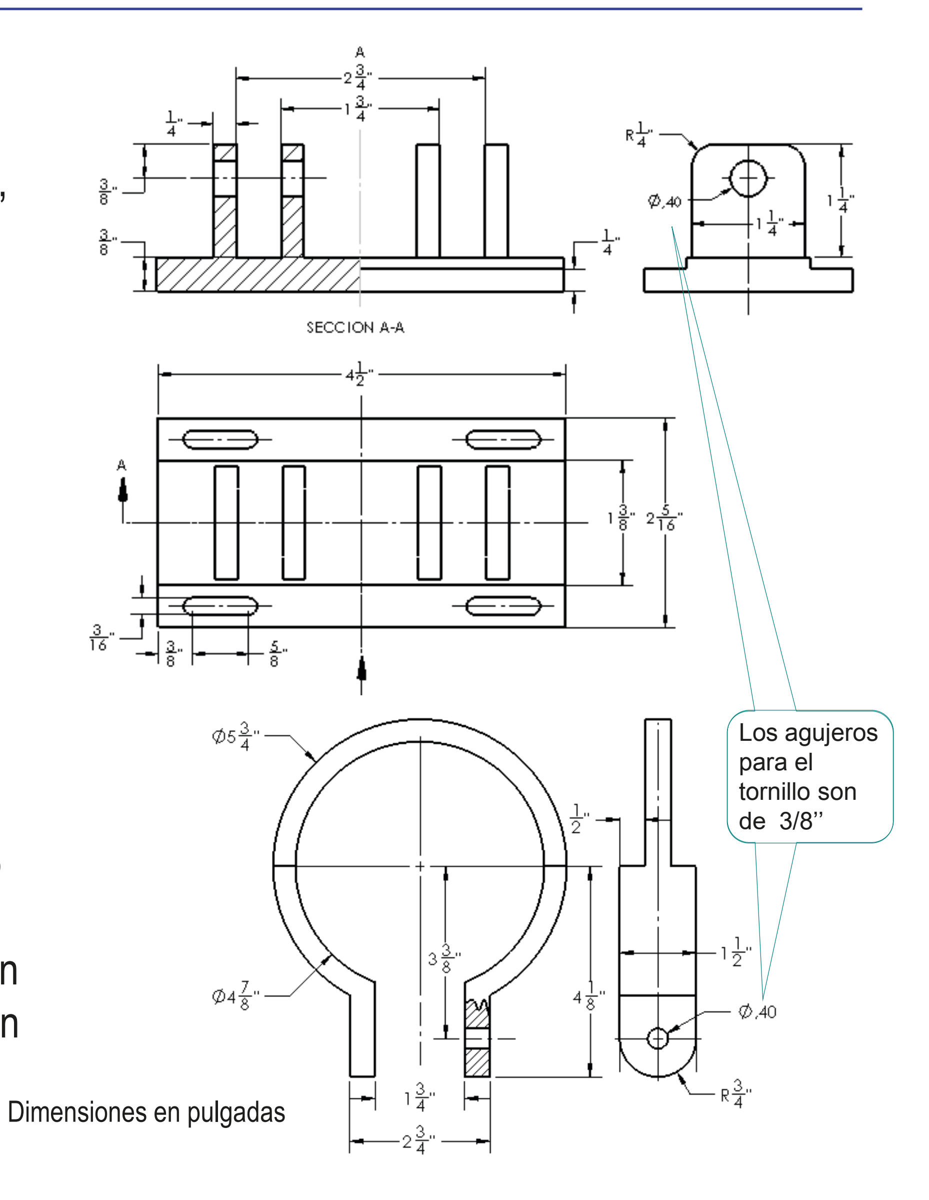
Tarea

Las tareas son:

A A partir de los dibujos de diseño, cree los modelos sólidos de las piezas no estándar

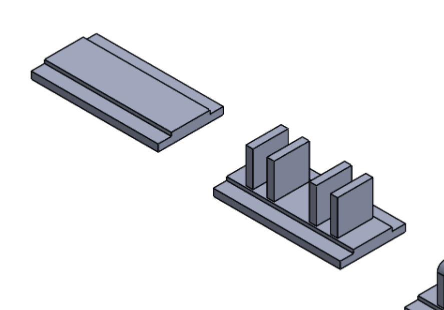
B Cree el ensamblaje del collarín oscilante

C Añada una nota de diseño indicando que el par de apriete con el que se debe apretar la unión tuerca-tornillo debe ser de 22,6 libras·pie (3,13 Kpm), para que el montaje no se afloje, pero quede con capacidad de girar y permanecer en cualquier posición compensando su propio peso con el rozamiento



Estrategia

La estrategia para crear el modelo de la base es:

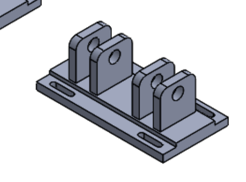


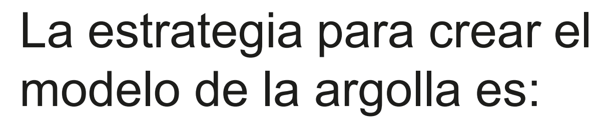
1 Modele la base prismática

2 Añada las orejetas

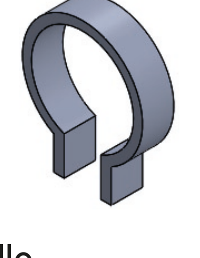
3 Agregue los taladros y redondeos a la orejetas

4 Añada los agujeros oblongos de la base





La estrategia para crear el modelo de la argolla es:



1 Extruya el anillo principal con sus bridas

2 Recorte la parte superior del anillo

3 Añada los redondeos y taladros en las bridas



Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

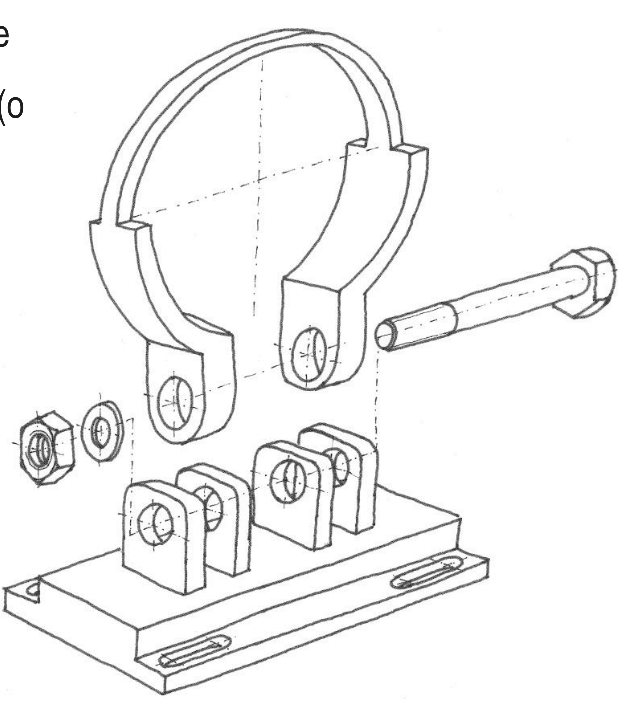
Al estudiar el ensamblaje, se pueden deducir las siguientes condiciones de emparejamiento:

- √ Seleccione la base como primera pieza del ensamblaje
- √ Los orificios en la brida de la argolla son concéntricos (o coaxiales) con los orificios de las orejetas de la base
- √ Los lados de las bridas están en contacto con los lados de las orejetas
- √ No se necesitan más restricciones para la argolla, ya que debería poder girar libremente

  Por razones estéticas, el plano frontal de la argolla puede hacerse paralelo al plano frontal de la base

- √ El tornillo es concéntrico (o coaxial) con los orificios en la brida de la argolla y los orificios de las orejetas
- √ La cara inferior de la cabeza del tornillo debe estar en contacto con la cara externa de la orejeta más externa
- √ No se necesitan más restricciones para el tornillo, ya que debería poder girar libremente

  Por razones estéticas, una cara del prisma hexagonal puede hacerse paralela al plano frontal de la base



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia

Tarea

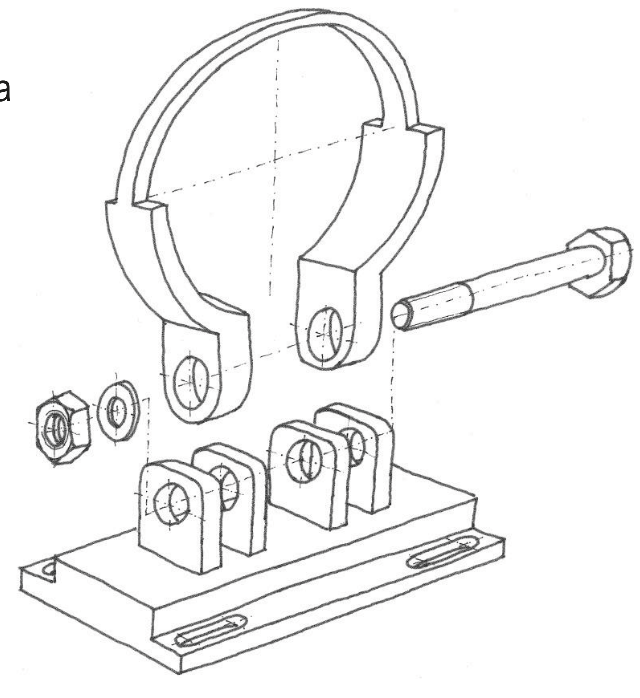
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

- La arandela es concéntrica (o coaxial) con el tornillo
- La cara interna de la arandela está en contacto con la cara externa de la orejeta más externa
- No se necesitan más restricciones para la arandela, ya que debería poder girar libremente
- El orificio de la tuerca es concéntrico (o coaxial) con la caña del tornillo
- La cara interna de la tuerca está en contacto con la cara externa de la arandela
- No se necesitan más restricciones para la tuerca, ya que debería poder girar libremente

Por razones estéticas, una cara del prisma hexagonal debe hacerse paralela al plano frontal de la base



Añada la anotación de diseño:

- Analice el mensaje para clasificarlo

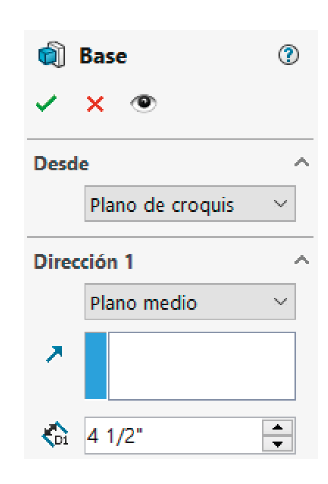
  Es una nota de montaje, por lo que cuantifica un requisito de diseño

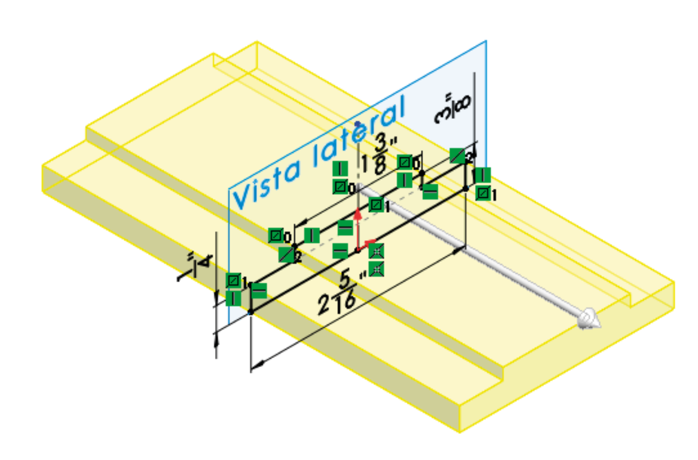
- Simplifique al máximo el mensaje, descomponiéndolo si es necesario
- Utilice el ensamblaje en explosión para añadir la anotación de montaje

Ejecución

Modele la Base:

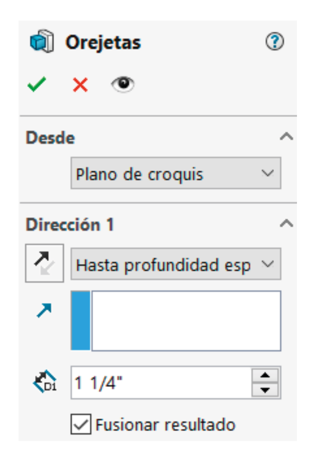
√ Extruya el perfil dibujado en la vista lateral

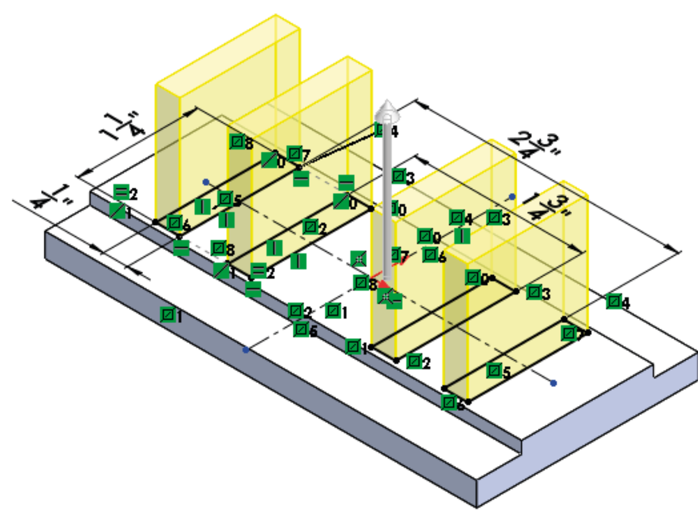




√ Extruya las orejetas

Alternativamente, extruya una orejeta y luego haga un patrón

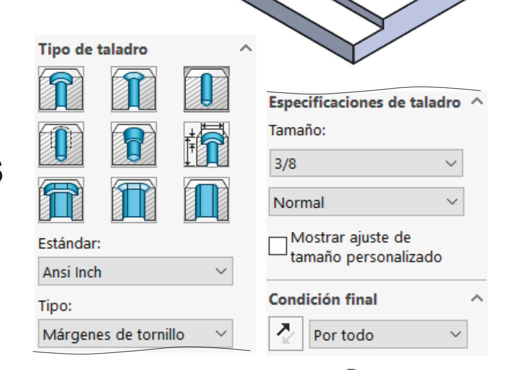


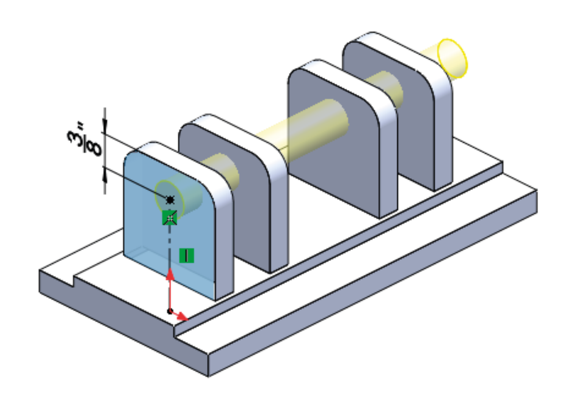


Ejecución

√ Añada los redondeos a las orejetas

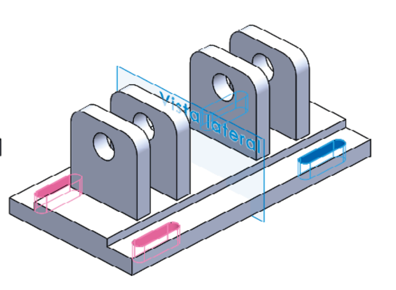
√ Añada los taladros a las orejetas





√ Añada al agujero oblongo

√ Use la simetría para crear el resto de agujeros oblongos



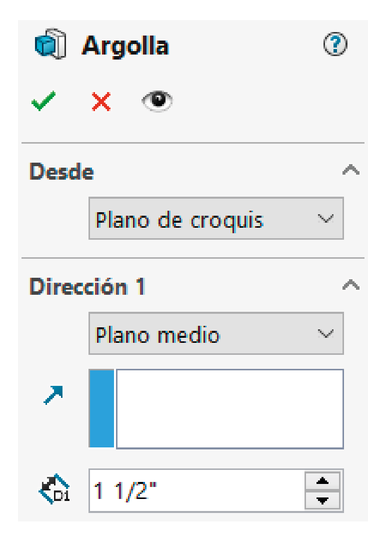
ISBN: 978-84-18951-43-5

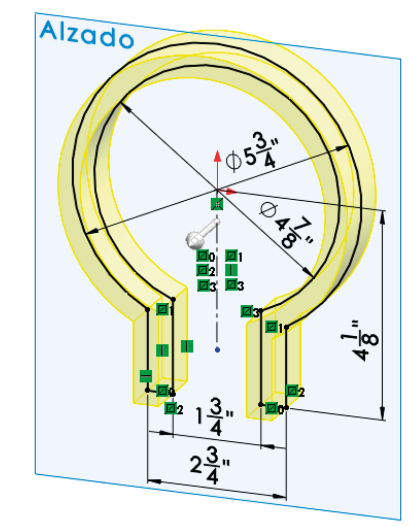
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

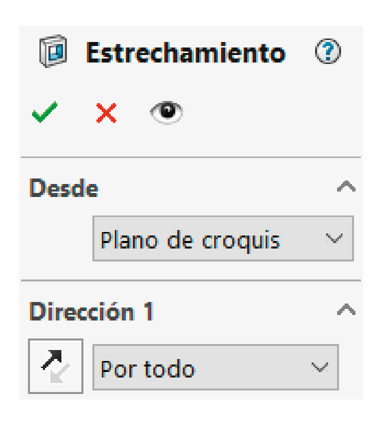
Modele la Argolla:

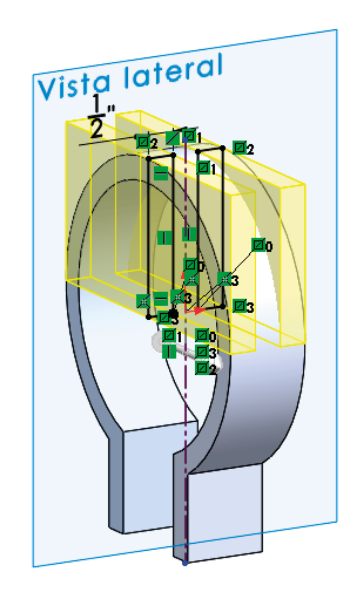
√ Extruya el anillo principal con sus bridas





√ Recorte la parte superior del anillo con un corte extruido





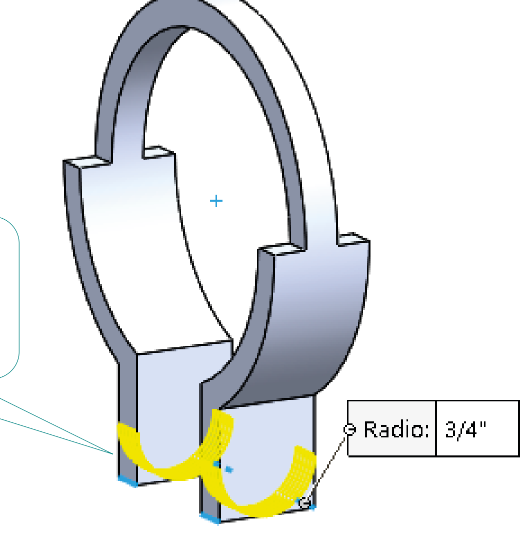
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

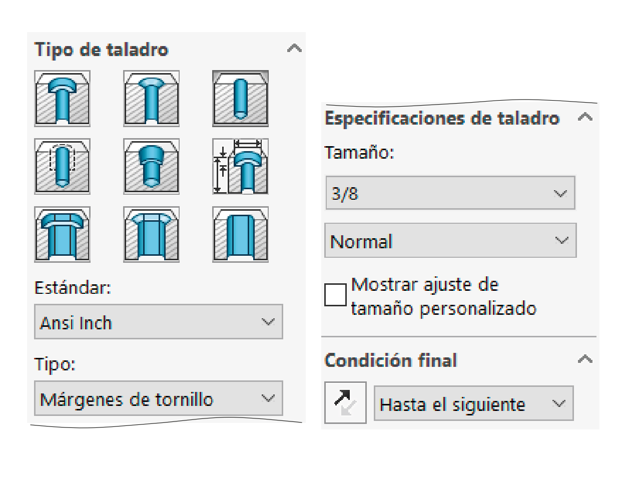
Ejecución

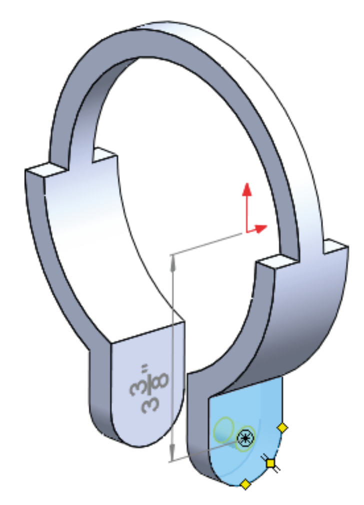
√ Añada redondeos a las bridas

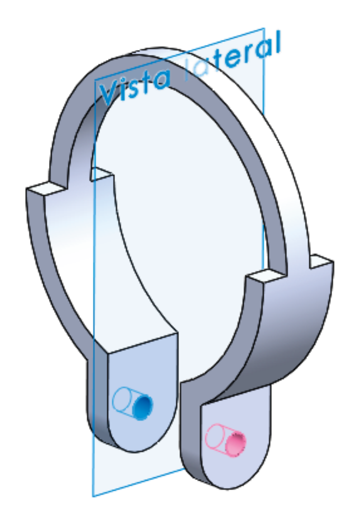
Ambos redondeos comparten el punto medio de la brida, ya que su tamaño es la mitad del ancho de la brida



√ Añada los taladros a las bridas





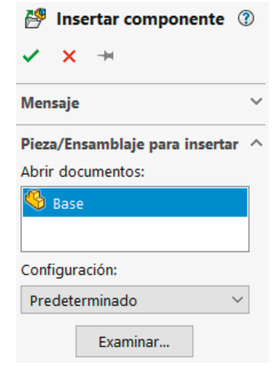


ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

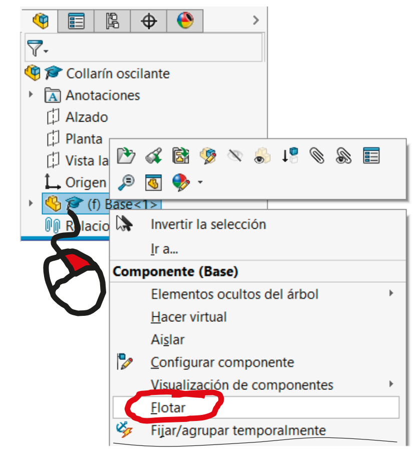
Comience el ensamblaje del collarín insertando la base:

√ Inserte la pieza

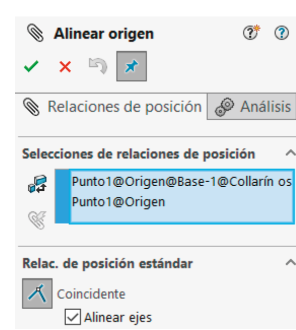


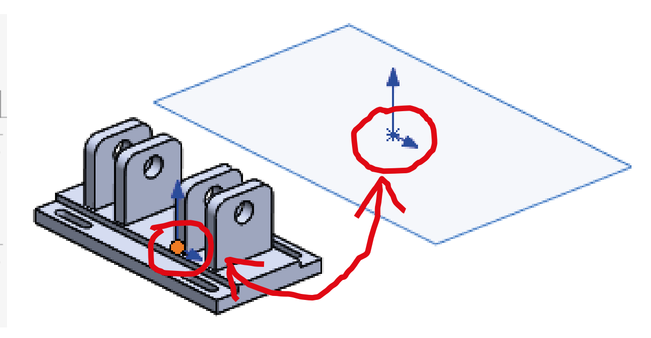


√ Hágala *flotar*



√ Haga que el origen de la pieza coincida con el origen del sistema de coordenadas global





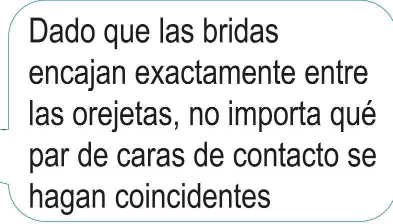
Ensamble la argolla:

- Seleccione *Insertar componente*



- Seleccione la argolla

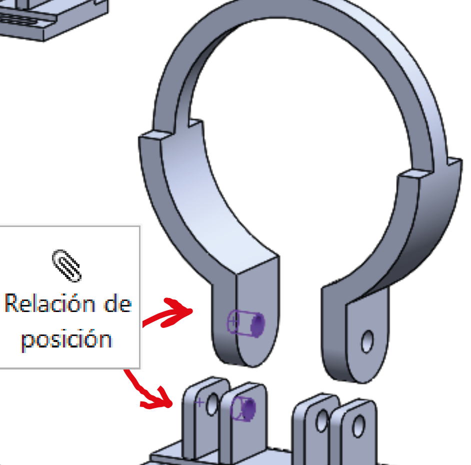
- Los lados de las bridas deben estar en contacto con los lados de las orejetas



Dado que las bridas encajan exactamente entre las orejetas, no importa qué par de caras de contacto se hagan coincidentes

- Haga los orificios en la brida de la argolla concéntricos con los orificios de las orejetas en la base

Se trata de un emparejamiento que simula el efecto que tendrá insertar el tornillo



- No es necesario restringir completamente la argolla, ya que debería simular una rotación libre

ISBN: 978-84-18951-43-5

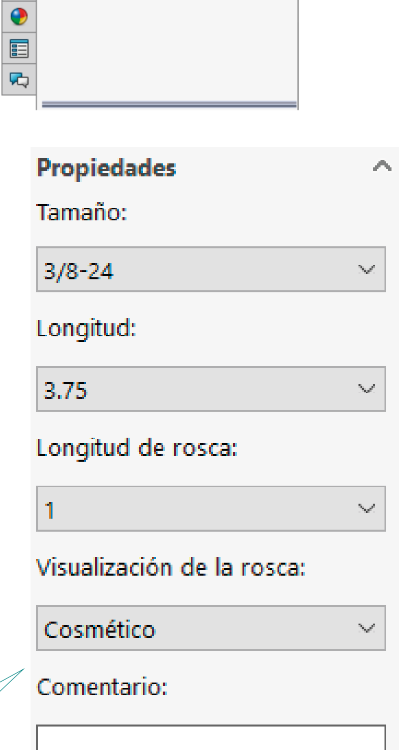
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Añada el tornillo:

- Abra la Biblioteca de diseño en el menú *del Panel de tareas*
- Seleccione *Toolbox*
- Seleccione Perno con cabeza hexagonal (en ANSI Inch), y arrástrelo hasta la ventana de ensamblaje
- Seleccione el tamaño 3/8-24, longitud 3 ¾ (HBOLT 0.3750-24x3.75x1-S)

Seleccione cosmético para obtener un modelo simplificado de la rosca

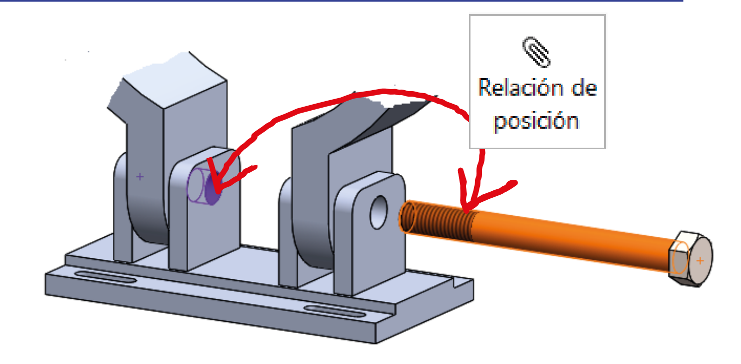


Ejecución

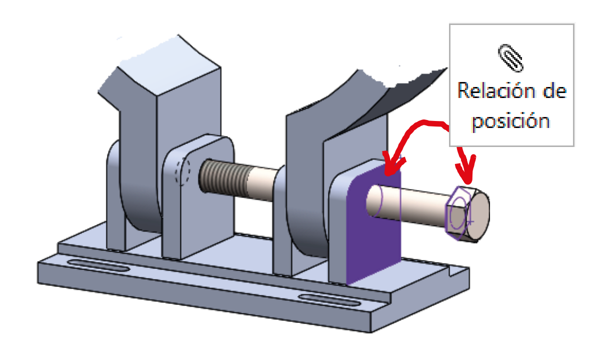
Inserte el tornillo:

√ Haga el tornillo concéntrico con los orificios en la brida de la argolla y / o los orificios de las orejetas

> Si empareja con el tornillo tanto el agüero de la aleta de la base como el agujero de la brida de la argolla, obtendrá una simulación más realista que emparejando los agujeros entre sí

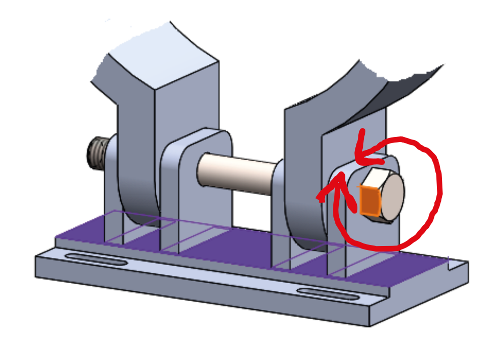


√ Haga la cara inferior de la cabeza del tornillo coincidente con la cara externa de la orejeta más externa



√ Deje que el tornillo gire libremente

> Alternativamente, añada un emparejamiento cosmético, para que se vean tres caras de la cabeza del tornillo desde el alzado

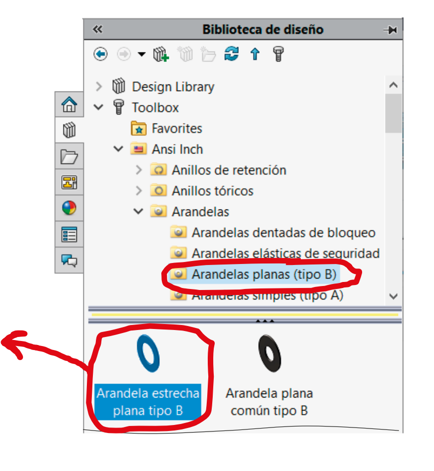


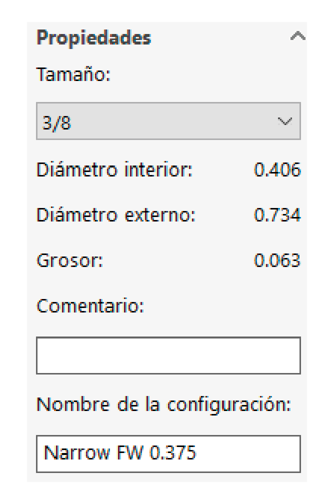
Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Añada la arandela:

√ Seleccione arandela plana tipo B (en ANSI Inch)



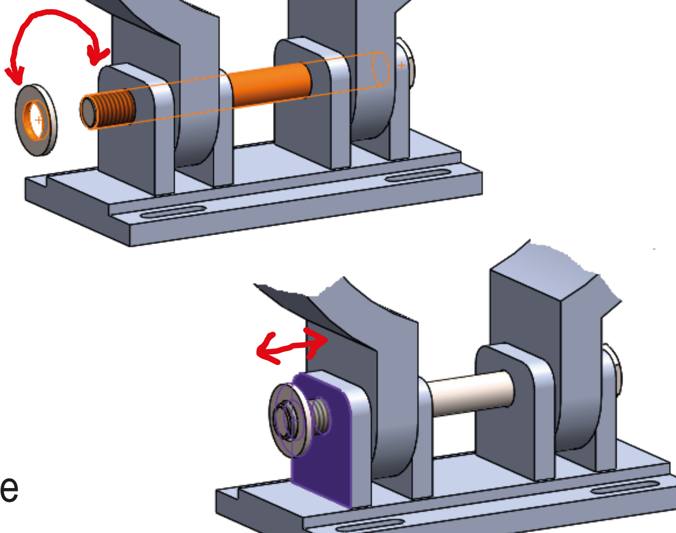


√ Seleccione tamaño 3/8 (Narrow FW 0.375)

√ Haga que el eje de la arandela sea concéntrico con el eje del tornillo

√ Haga que la cara interna de la arandela coincida con la cara externa de la orejeta más externa

√ Deje que la arandela gire libremente



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Tarea

Estrategia

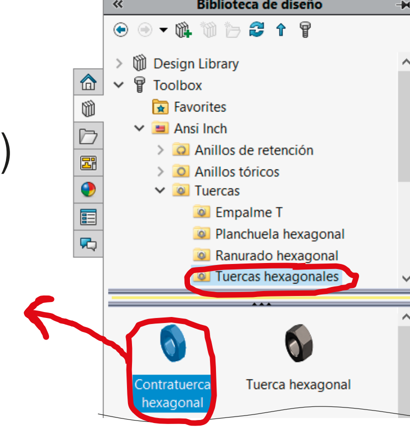
Ejecución

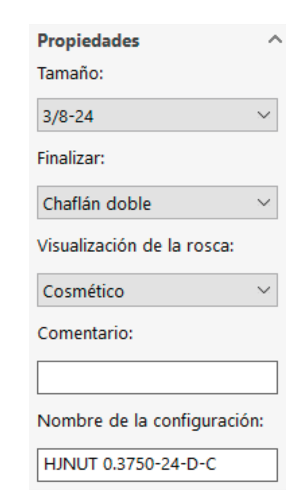
Conclusiones

Añada la tuerca:

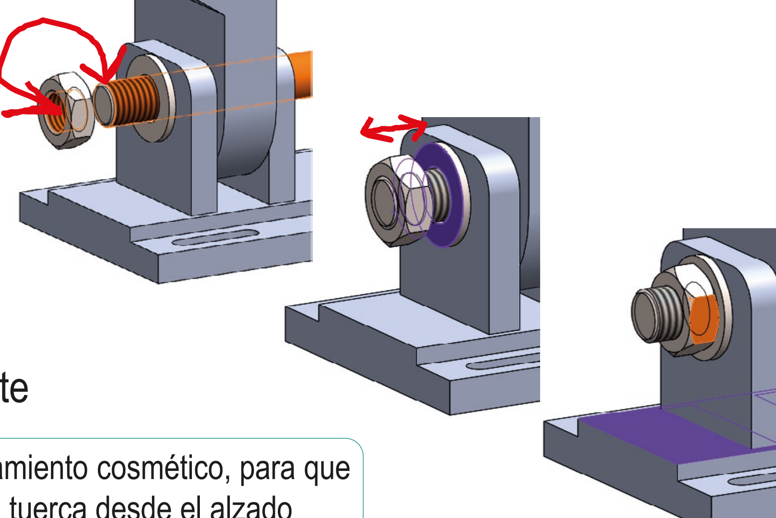
- Seleccione Tuerca hexagonal tipo contratuerca (en ANSI Inch)
- Seleccione tamaño 3/8-24 (HJNUT 0.3750-24-D-C)

Seleccione cosmético para obtener un modelo simplificado de la rosca





- Haga el agujero de la tuerca concéntrico con el tornillo
- Haga que la cara interior de la tuerca coincida con la cara externa de la arandela
- Deje que la tuerca gire libremente



Alternativamente, añada un emparejamiento cosmético, para que se vean tres caras de la cabeza de la tuerca desde el alzado

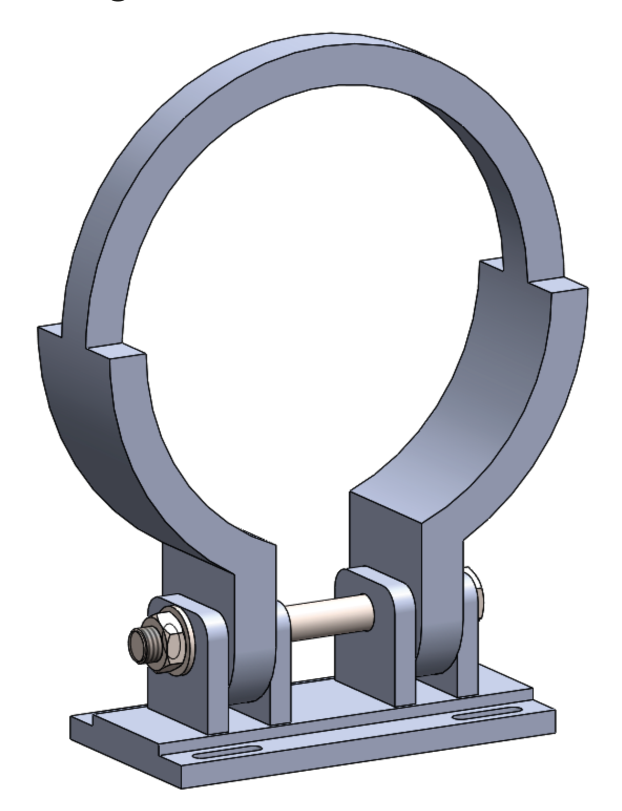
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Compruebe que el ensamblaje final del collarín tiene todas las piezas debidamente restringidas

- Collarín oscilante
  - Sensores
  - Anotaciones
  - Alzado
  - Planta
  - Vista lateral
  - Origen
  - Base<1>
  - (-) Argolla<1>
  - (-) hex bolt_ai<2>
  - (-) flat washer type b narrow_ai<1>
  - (-) hex jam nut_ai<1>
  - Relaciones de posición
    - Alinear origen (Base<1>,Origen)
    - Argolla
      - Concéntrica1 (Base<1>,Argolla<1>)
      - Coincidente1 (Base<1>,Argolla<1>)
      - Cosmética (argolla perpendicular a base) (Base<1>,Argolla<1>)
    - Tornillo
      - Concéntrica2 (Base<1>,hex bolt_ai<2>)
      - Coincidente2 (Base<1>,hex bolt_ai<2>)
      - Cosmética (Cabeza de tornillo mostrando tres caras) (Base<1>,hex bolt_ai<2>)
    - Arandela
      - Concéntrica3 (hex bolt_ai<2>,flat washer type b narrow_ai<1>)
      - Coincidente3 (Base<1>,flat washer type b narrow_ai<1>)
    - Tuerca
      - Concéntrica4 (hex bolt_ai<2>,hex jam nut_ai<1>)
      - Coincidente5 (flat washer type b narrow_ai<1>,hex jam nut_ai<1>)
      - Cosmética (Cabeza de tuerca mostrando tres caras) (Base<1>,hex jam nut_ai<1>)



Note que las piezas no están completamente restringidas, para simular la oscilación de la argolla

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Analice la anotación de montaje del ensamblaje:

- Analice el texto propuesto para descomponerlo en textos más simples:

El par de apriete de la unión tuerca-tornillo debe ser de 22,6 libras·pie (3,13 Kpm), para que el montaje no se afloje, pero quede con capacidad de girar y permanecer en cualquier posición compensando su propio peso con el rozamiento

→

Objetivos:

La unión tuerca-tornillo debe montarse asegurando que el montaje no se afloje

La unión tuerca-tornillo debe montarse con capacidad de girar y permanecer en cualquier posición compensando su propio peso con el rozamiento

Propuesta de montaje (requisito):

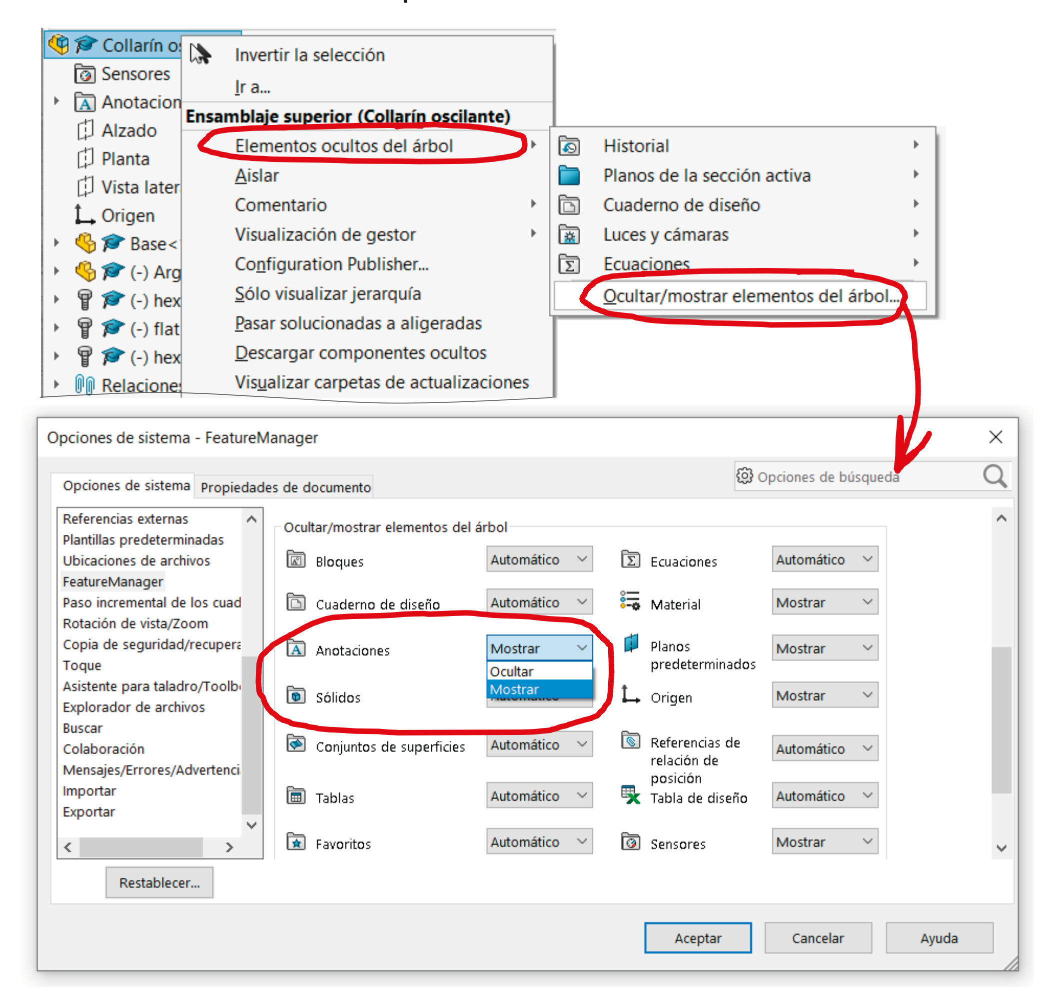
El par de apriete de la unión tuerca-tornillo debe ser de 22,6 libras·pie (3,13 Kpm)

- Compruebe si los textos contienen una descripción clara de sujeto+acción+objeto:
  - Busque el verbo conjugado que determina la acción
  - Busque el sujeto de la acción
  - Compruebe que el objeto describa una situación de diseño

SUJETO	ACCIÓN	OBJETO
La unión tuerca-tornillo	debe montarse	asegurando que el montaje no se afloje
La unión tuerca-tornillo	debe montarse	con capacidad de girar y permanecer en cualquier posición compensando su propio peso con el rozamiento
El par de apriete de la unión tuerca-tornillo	debe ser	de 22,6 libras·pie (3,13 Kpm)

Añada la anotación de montaje del ensamblaje:

√ Active la visualización de la carpeta de *Anotaciones*



Ejecución

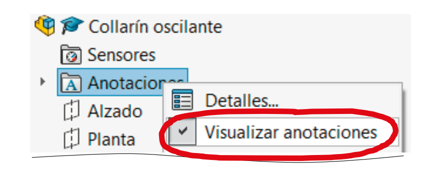
Tarea

Estrategia

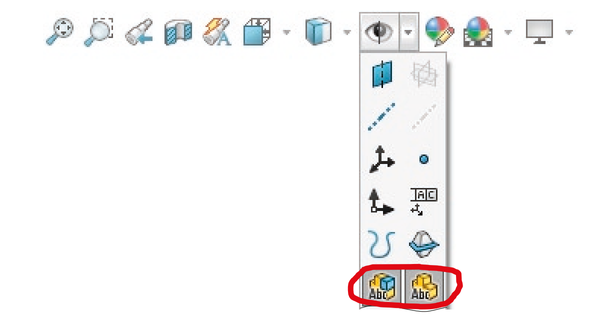
Ejecución

Conclusiones

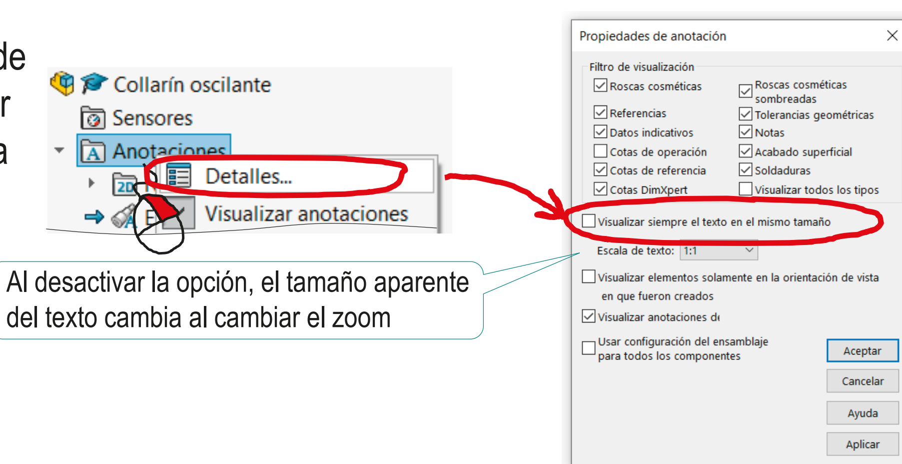
- Active la visualización de las anotaciones:
  - En el menú contextual de la carpeta de *Anotaciones*, seleccione la opción de *Visualizar anotaciones*



  - En la barra de herramienta de ver, active también las opciones de visualización de anotaciones



  - Desactive la opción de ver el texto a un valor constante en pantalla



Ejecución

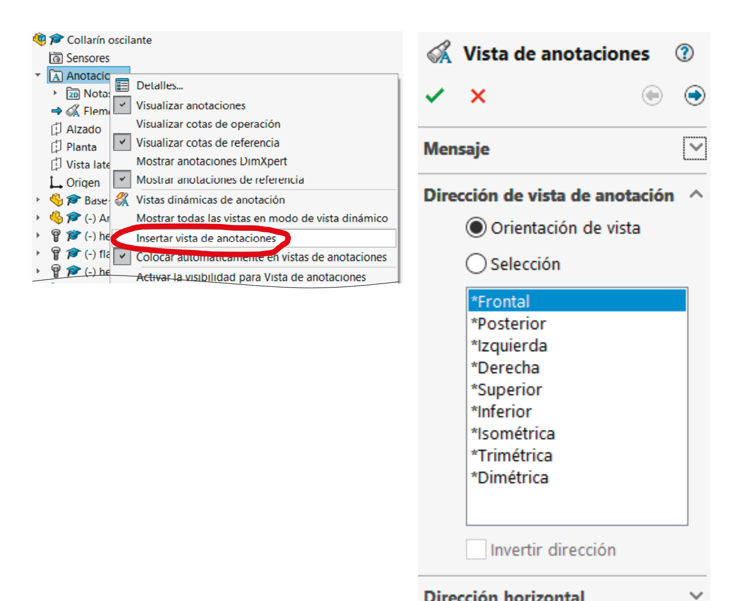
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

- Defina la vista de anotaciones:

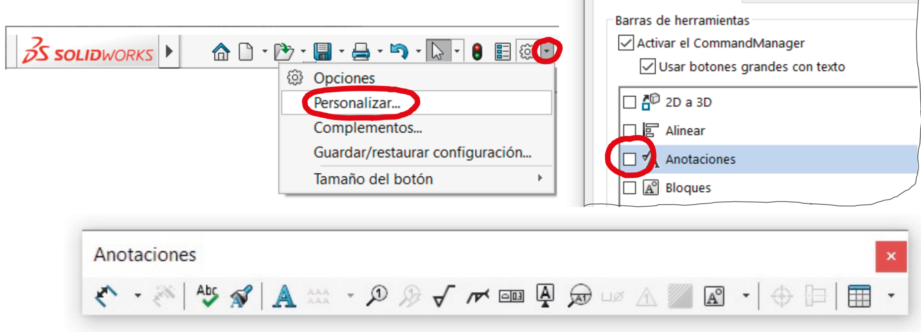
  Coloque el ratón sobre la carpeta de *Anotaciones*

  Pulse el botón derecho para desplegar el menú contextual

  - Seleccione *Insertar vista de anotaciones*
  - Seleccione la vista Frontal
  - Confirme la creación de la vista de anotaciones

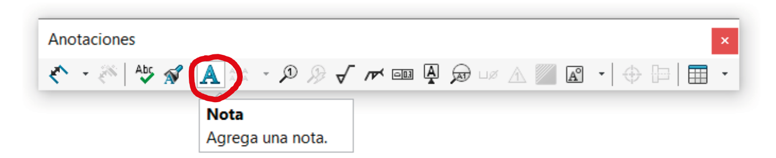


- Active el menú de anotaciones:
  - Active el diálogo para *Personalizar* los menús
  - Active el menú de *Anotaciones*



Ejecución

- Seleccione el comando *Nota*

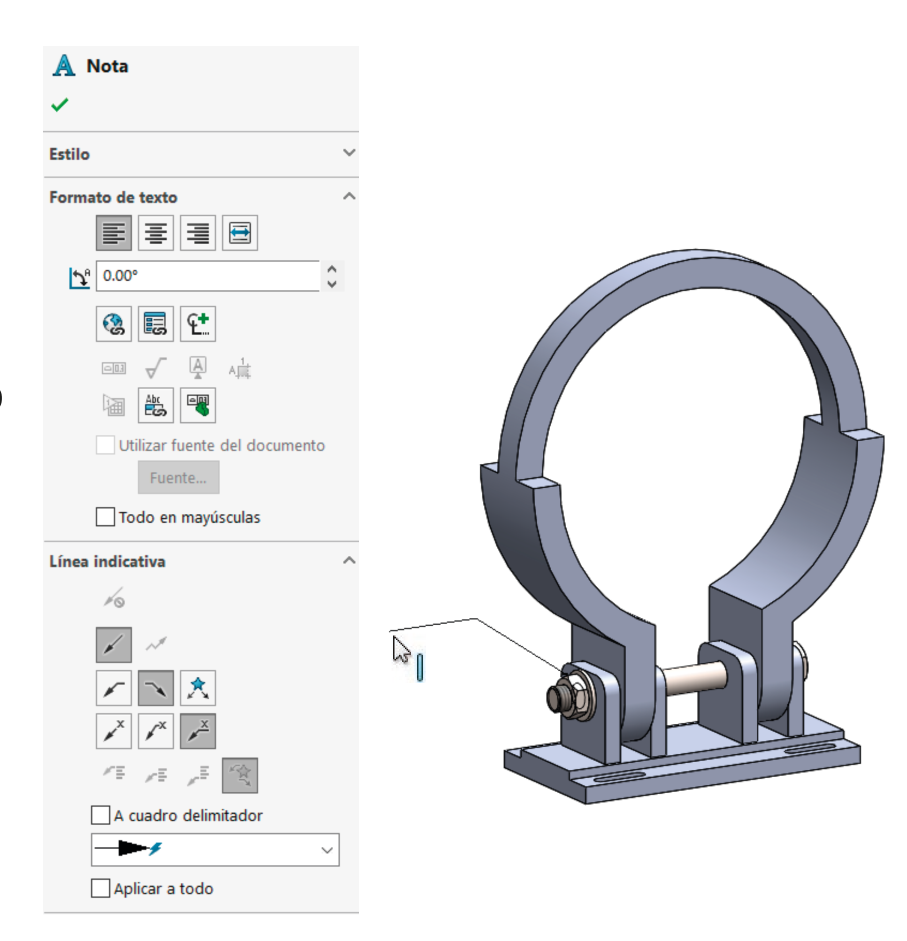


- Seleccione el formato del texto

- Seleccione el tipo de *Línea indicadora*

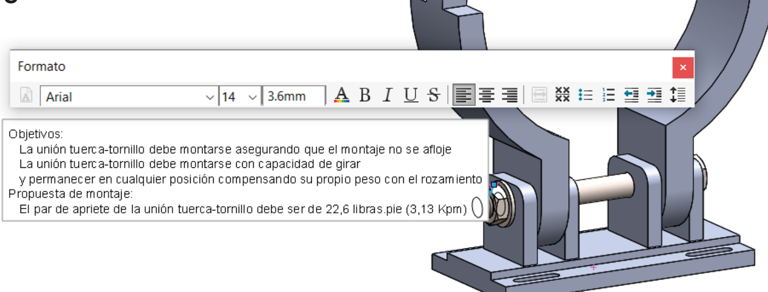
- Coloque la línea vinculando la punta de la flecha al elemento relacionado con el funcionamiento descrito por la nota

Tenga en cuenta que la orientación del elemento seleccionado condicionará la orientación de la nota

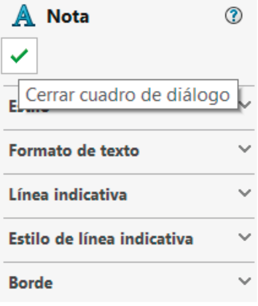


Ejecución

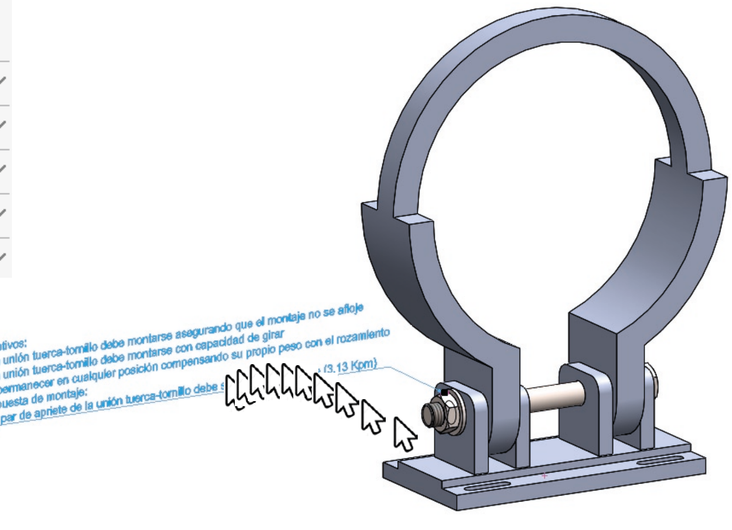
- Escriba el texto:
  - Ajuste el formato
  - Escriba el texto, con los correspondientes saltos de línea y sangrados



  - Confirme la nota



  - Arrastre la nota para recolocarla en su posición final



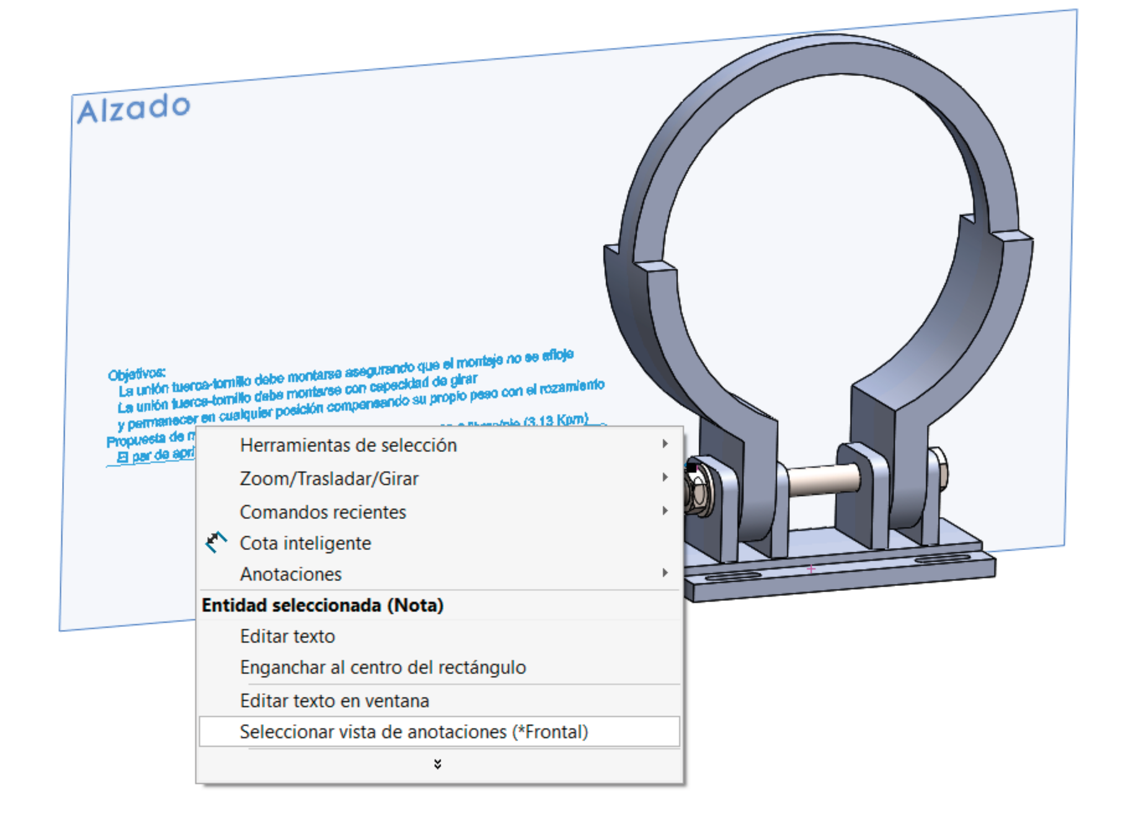
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

⚠ Si la anotación no se asigna al plano de anotación correcto, seleccione la nota, y pulse el botón derecho para seleccionar su vista de anotaciones desde su menú contextual



Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Los componentes de un conjunto se modelan por separado, al igual que las piezas individuales

Las piezas estándar no se modelan, sino que se importan de la biblioteca

2 Las piezas deben ensamblarse siguiendo una secuencia adecuada

La parte base es crítica, ya que es difícil reemplazarla más tarde

3 Las condiciones de emparejamiento deben permitir el movimiento deseado y prevenir los no deseados

4 Algunos requisitos funcionales se transmiten mejor mediante anotaciones de diseño que mediante modelos o dibujos

Las notas deben ser claras

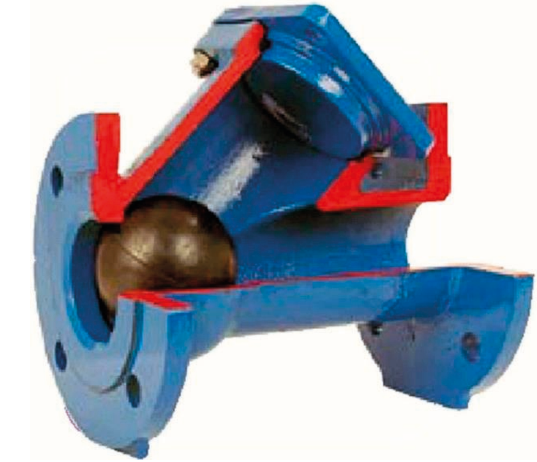
Las notas deben gestionarse para vincularlas al modelo o ensamblaje

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La imagen muestra una válvula de retención de bola, para una instalación de tratamiento de aguas residuales

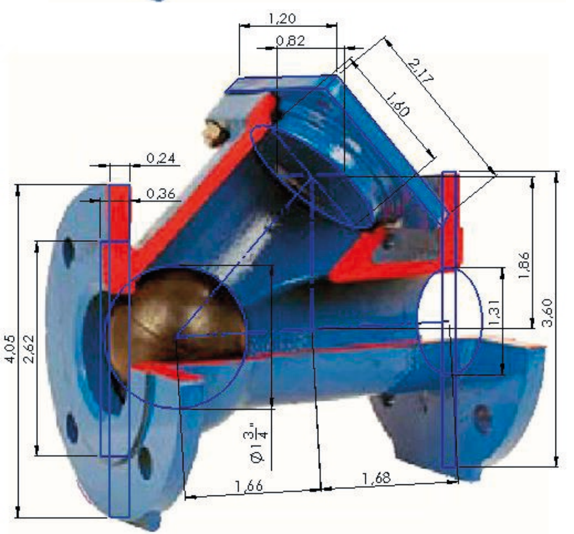
En el ejercicio 4.1.3, y mediante ingeniería inversa, se han obtenido sus dimensiones, y se han podido crear los modelos de las piezas



Tareas:

A Obtenga el ensamblaje de la válvula

B Muestre el funcionamiento mediante dibujos de ensamblaje con anotaciones

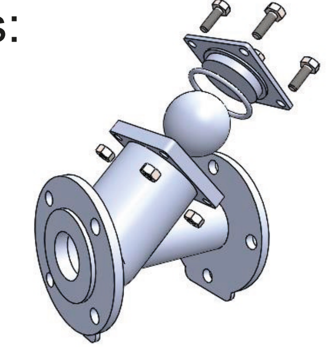


ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Estrategia

La estrategia consta de cuatro pasos:



1 Ensamble las piezas modeladas en el ejercicio 4.1.3:

- √ Replique la secuencia de montaje
- √ Defina emparejamientos que permitan simular el movimiento de la bola

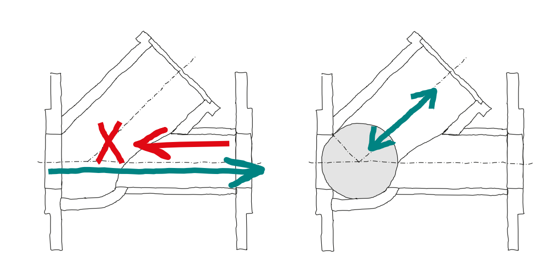
2 Determine las anotaciones de diseño que pueden mejorar el producto y su documentación:

- √ Elija rótulos y sensores para prevenir montajes o rediseños inadecuados
- √ Elija anotaciones de texto para facilitar el entendimiento del funcionamiento de la válvula

La bola baja por gravedad, y obstruye el retroceso del líquido

3 Añada las anotaciones a los modelos y/o al ensamblaje:

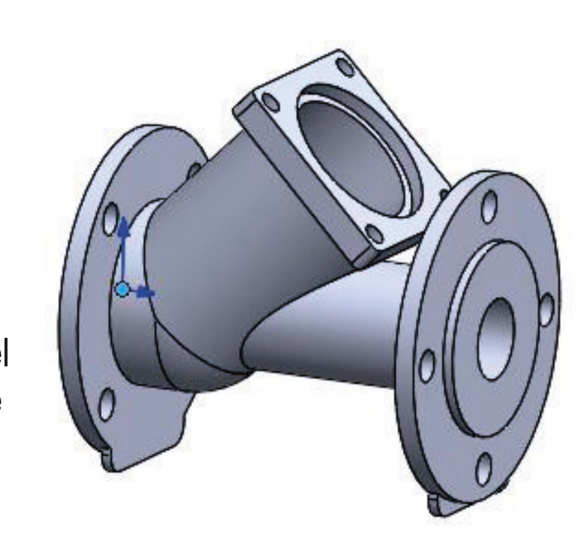
- √ Añada los rótulos
- √ Añada los sensores
- √ Añada las anotaciones de texto plano



4 Exporte las anotaciones a los dibujos

Obtenga el ensamblaje:

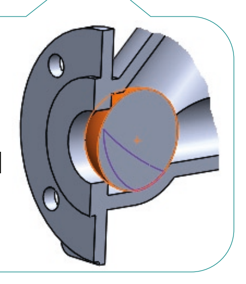
- Inserte el cuerpo de válvula como pieza base en un ensamblaje nuevo
  - Haga *flotar* la pieza
  - Añada un emparejamiento entre el origen del cuerpo de válvula y el origen del ensamblaje

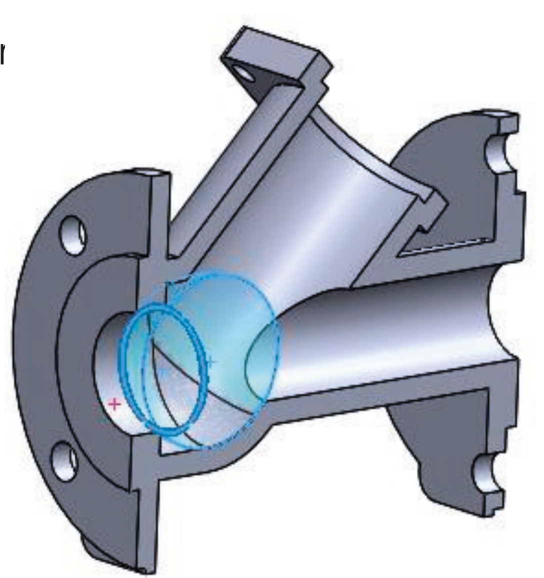


- Inserte la bola:
  - Añada la bola como pieza nueva a ensamblar
  - Añada un emparejamiento para que la bola quede tangente a la boca de entrada

Así se simula que la bola cierra el conducto de entrada

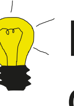
Dada la geometría del cuerpo de válvula, se consigue lo mismo apoyando la bola en el fondo del agujero



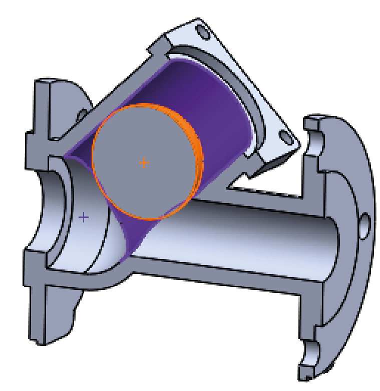


CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

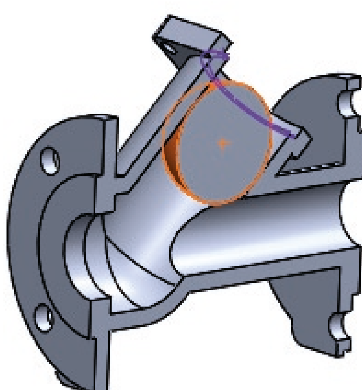


Para simular las diferentes posiciones de la bola en su funcionamiento:



- Suprima temporalmente el emparejamiento de válvula cerrada
- Añada (y suprima) un emparejamiento para que la bola sea tangente al tubo inclinado

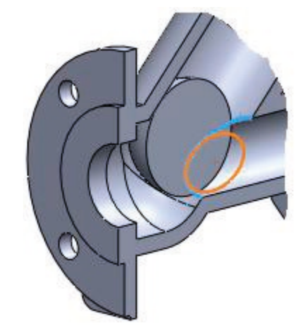
  Así se simula que la bola se mueve dentro del tubo



- Añada (y suprima) un emparejamiento para que la bola sea tangente a la boca superior

  Así se simula que la bola sube empujada por el líquido que entra

  Para simular mejor, primero hay que montar la tapa, y luego hacer la bola tangente a la tapa



- Añada (y suprima) un emparejamiento de bola con agujero, para simular la rodadura de la esfera sobre el agujero
  - Añada un croquis “asa” en la bola que corresponda con un meridiano de diámetro igual al del agujero (1”)
  - Haga tangente el meridiano “asa” con el contorno seudo-elíptico del agujero

Ejecución: ensamblaje

Tarea
Estrategia
Ejecución
Ensamblaje
Anotaciones
Conclusiones

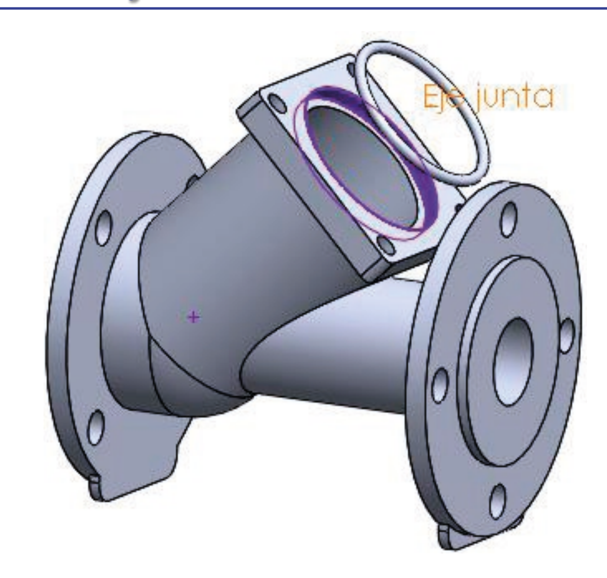
√ Inserte la junta:

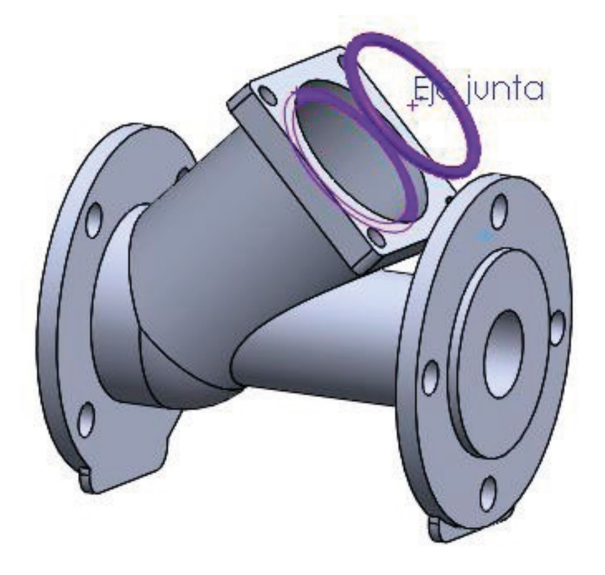
√ Añada la junta como pieza nueva a ensamblar

√ Añada un emparejamiento hacer concéntrico el agujero del asiento de la junta con el eje de la junta

Asa de emparejamiento creada al modelar la junta

√ Añada un emparejamiento de tangencia entre la superficie de la junta y el fondo del asiento refrentado del agujero

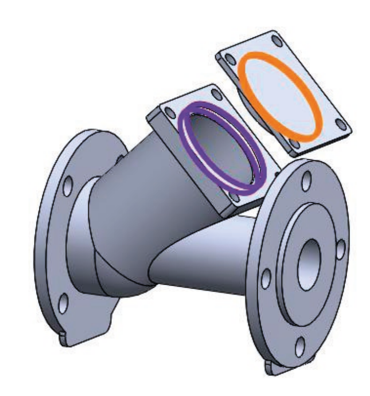




ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

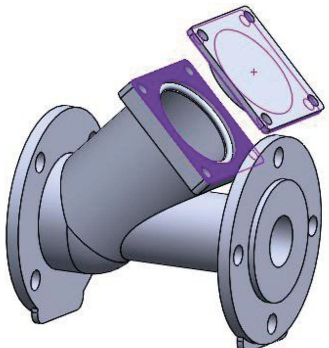
Ejecución: ensamblaje

- Inserte la tapa:
  - Añada la tapa como pieza nueva a ensamblar
  - Añada un emparejamiento de concentricidad entre el tapón y el agujero



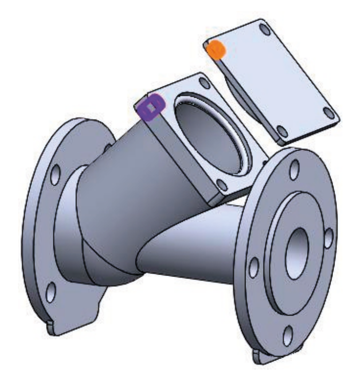
  - Añada un emparejamiento de coincidente entre la cara inferior de la tapa y la cara exterior de la brida

    Para simular que la tapa se encaja a tope



  - Añada un emparejamiento de concentricidad entre los agujeros taladrados de la tapa y la brida

    Para simular el bloqueo del giro que producirán los tornillos



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

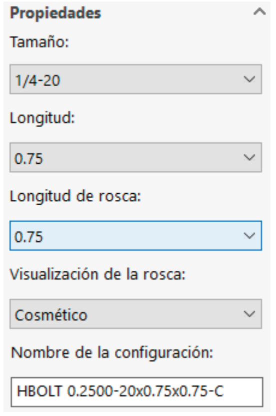
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

√ Inserte un tornillo de fijación de la tapa:

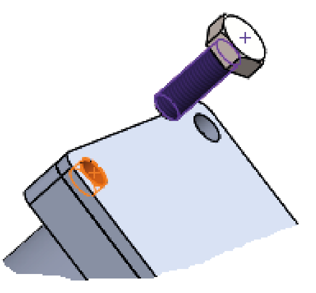
√ Busque en el *Toolbox* un tornillo con las características requeridas

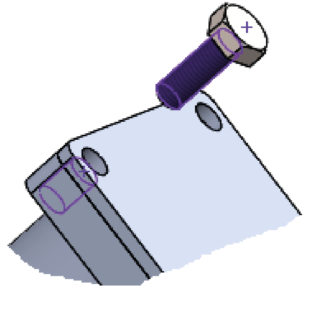
El agujero es para tornillos de 1/4'', y los espesores de tapa y brida suman 1/8 + 3/8''



√ Añada un emparejamiento para alojar el tornillo en el taladro de la tapa

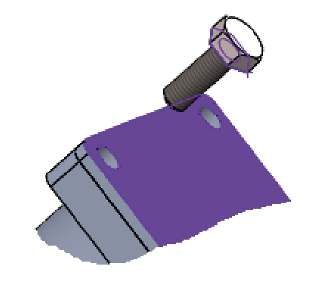
Uno de los dos emparejamientos sobra, si ya se han emparejado los taladros antes

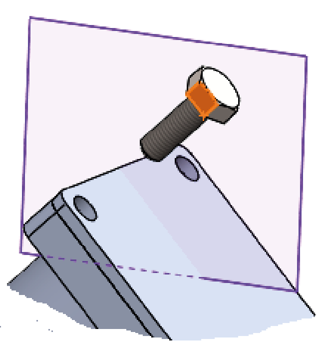




√ Añada un emparejamiento para alojar el tornillo en el taladro de la brida

√ Añada un emparejamiento para apoyar la cabeza del tornillo en la tapa





√ Añada un emparejamiento *cosmético* para mostrar tres caras de la cabeza del tornillo en el alzado del ensamblaje

Ejecución: ensamblaje

Tarea

Estrategia

Ejecución

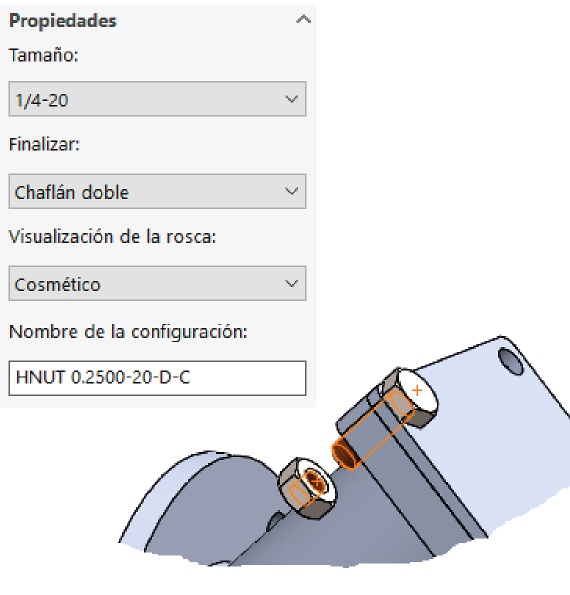
Ensamblaje

Anotaciones

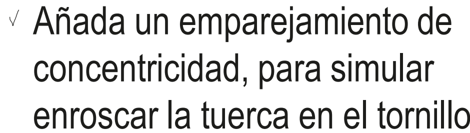
Conclusiones

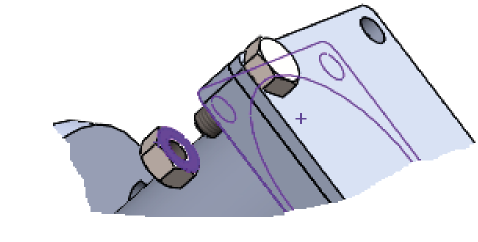
√ Inserte una tuerca de fijación del tornillo:

√ Busque en el *Toolbox* una tuerca con las características requeridas

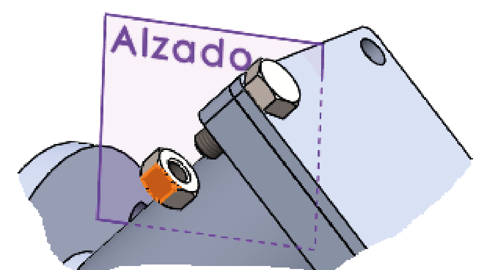


√ Añada un emparejamiento de concentricidad, para simular enroscar la tuerca en el tornillo



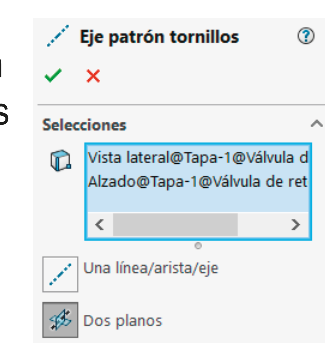


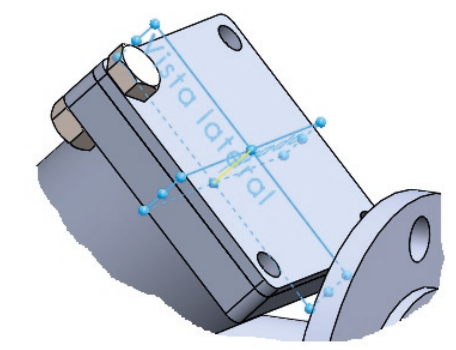
√ Añada un emparejamiento para apretar la tuerca sobre la brida



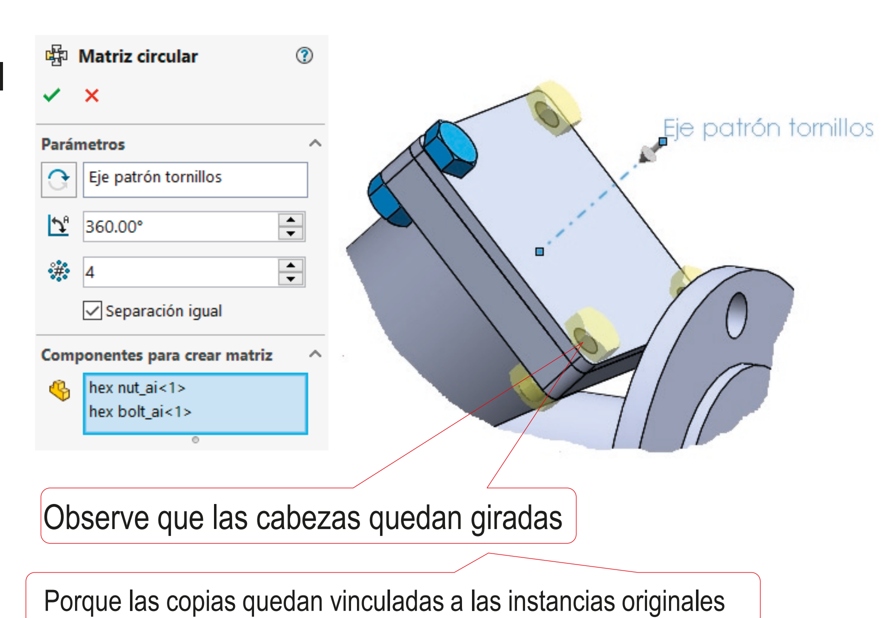
√ Añada un emparejamiento *cosmético* para mostrar tres caras de la tuerca en el alzado del ensamblaje

- Inserte las otras tres parejas de tornillos y tuercas con un patrón:
  - Defina un eje datum en la intersección entre los planos del alzado y la vista lateral de la tapa





  - Defina un patrón de revolución alrededor del eje, incluyendo tanto el tornillo como la tuerca



Ejecución: anotaciones

Analice el producto, para determinar la información relacionada con el diseño:

El objetivo del diseño es una válvula antirretorno (que impida el retroceso del líquido, pero permita su avance)



El requisito de diseño es que funcione automáticamente



La decisión de modelado (intención de diseño) contrapone la gravedad y la fuerza del líquido, para mover una bola que actúa como obturador:

- El requisito se traduce en una forma geométrica de tubo inclinado hacia arriba

  Un rótulo en el cuerpo de válvula puede alertar sobre la forma de montaje

- El ángulo de inclinación es crítico, porque el empuje del líquido debe ser capaz de contrarrestar el peso de la bola

  Un sensor en la cota de ángulo del cuerpo de válvula puede alertar sobre modificaciones inapropiadas

- El funcionamiento se entiende mejor si se añaden anotaciones de texto al ensamblaje

  Se pueden exportar también a los dibujos de ensamblaje

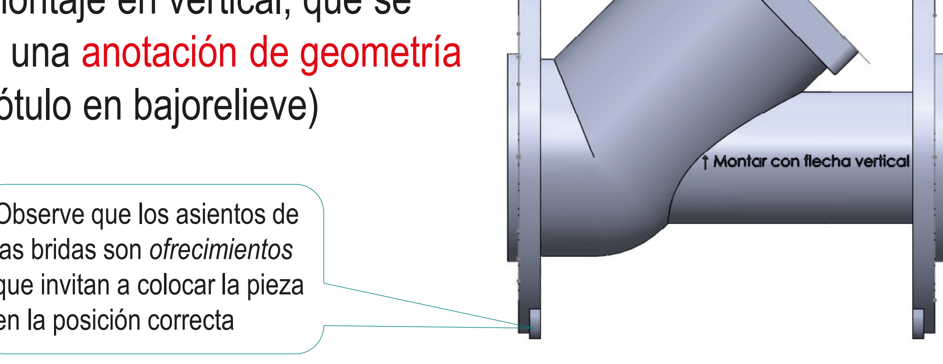
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones

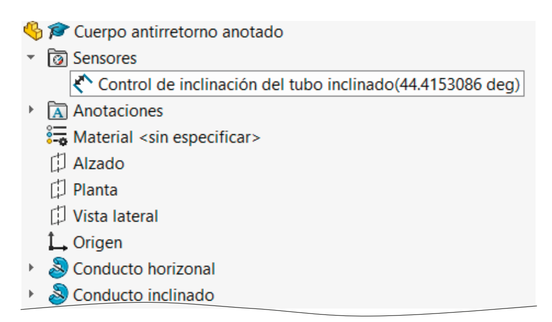
Determine las anotaciones relacionadas con el diseño:

1 El requisito de que el tubo inclinado aproveche la gravedad requiere un montaje en vertical, que se puede indicar mediante una anotación de geometría sobre la propia pieza (rótulo en bajorelieve)



Observe que los asientos de las bridas son *ofrecimientos* que invitan a colocar la pieza en la posición correcta

2 El requisito de controlar la inclinación del tubo se puede gestionar mediante un sensor que avise si se modifica el ángulo del tubo inclinado



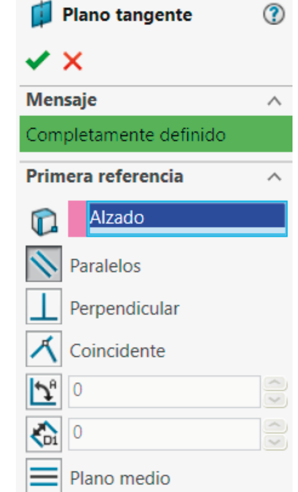
3 El funcionamiento del montaje se puede explicar mediante un conjunto de notas de texto adjuntas al propio ensamblaje, que se pueden exportar también el dibujo de ensamblaje

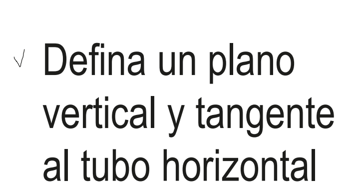
Ejecución: anotaciones

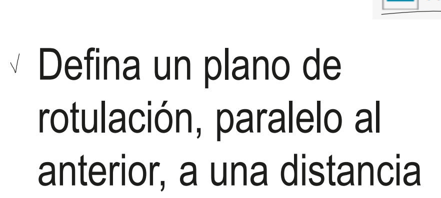
1 Añada el rótulo de montaje vertical:

- Edite el modelo del cuerpo de válvula

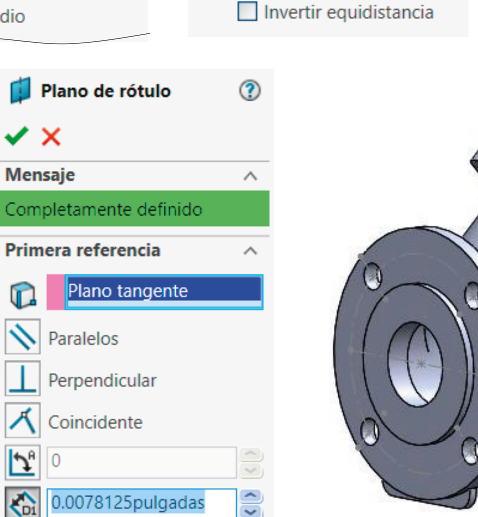
- Defina un plano vertical y tangente al tubo horizontal

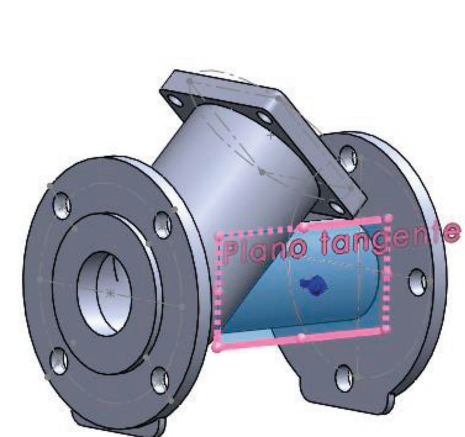






- Defina un plano de rotulación, paralelo al anterior, a una distancia igual al espesor del rótulo

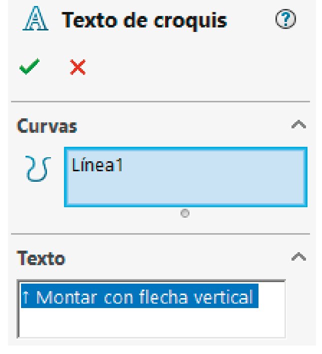




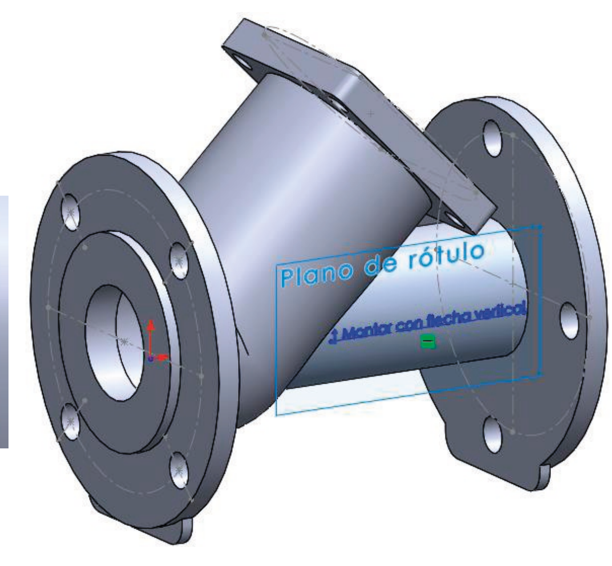
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

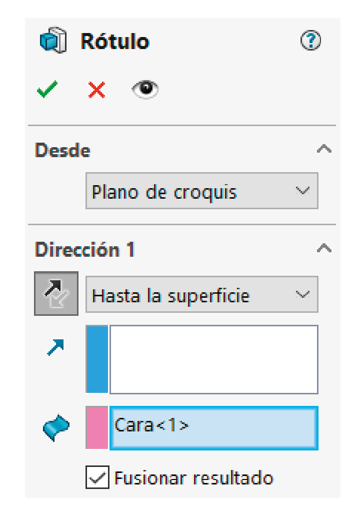
- Dibuje la plantilla mediante un texto de croquis situado en el plano de rotulación

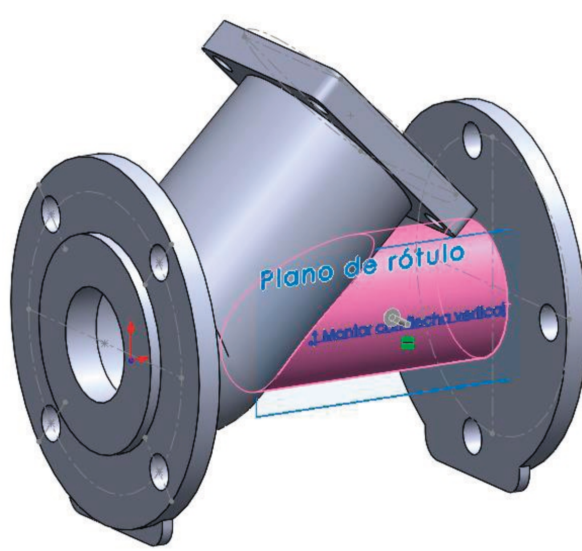






- Obtenga el rótulo extruyendo el texto





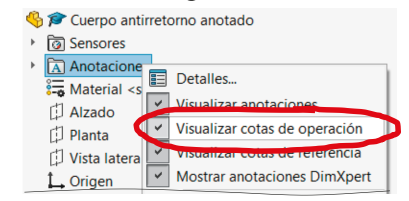
Ejecución: anotaciones

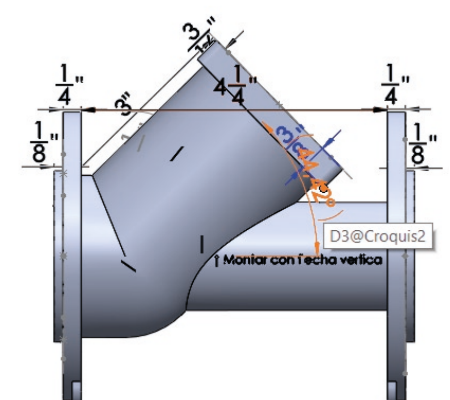
2 Añada un sensor para avisar sobre cambios indeseados de la inclinación del tubo:

√ Edite el modelo del cuerpo de válvula

√ Comprube si existe una cota de ángulo del tubo inclinado:

√ Haga visibles las cotas del modelo

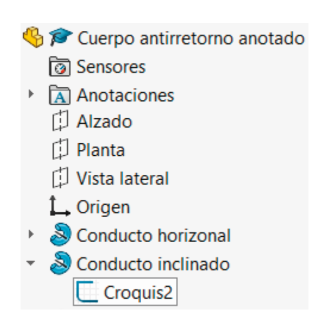




√ Localice la cota de ángulo del tubo inclinado

Puede ser cualquier tipo de cota, incluso una cota conducida

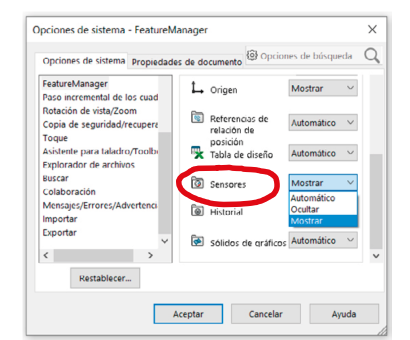
√ Alternativamente, revise el croquis de definición del tubo inclinado para buscar la cota (o añadirla)

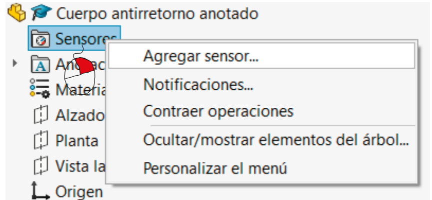


Ejecución: anotaciones

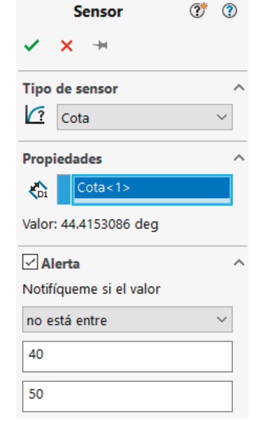
Cree un sensor vinculado a la cota:

- Active la visualización de la carpeta de sensores
- Pulse el botón derecho sobre la carpeta de sensores para activar su menú contextual

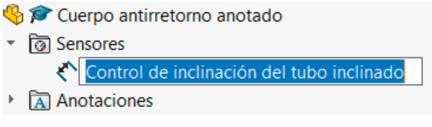




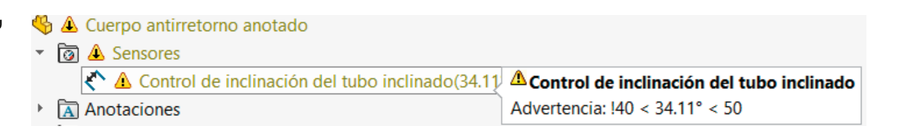
- Seleccione el comando *Agregar sensor*
- Defina el sensor de tipo *Cota*
- Vincule la cota con el sensor
- Añada una alerta configurada para activarse cuando el valor de la cota salga del rango [40°, 50°]



- Cambie el nombre del sensor



- Cambie la inclinación del tubo, para comprobar que se activa el aviso del sensor



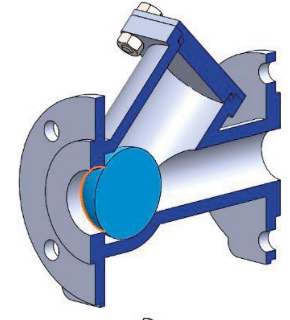
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

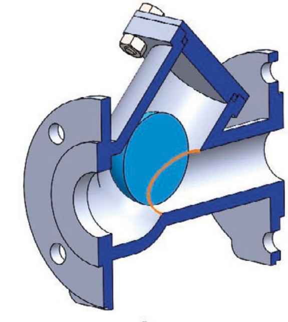
Ejecución: anotaciones

3 La simulaciones con los emparejamientos han permitido comprobar el funcionamiento del mecanismo, que se puede describir ahora mediante anotaciones de diseño en el ensamblaje:

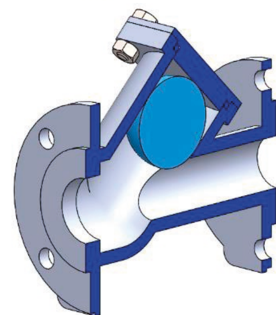
√ Utilice una nota apuntando al agujero de entrada para indicar que la bola, al bajar por efecto de la gravedad, obtura ese agujero, impidiendo el retroceso del líquido



√ Utilice una nota apuntando a la intersección entre conductos para indicar que la bola rueda por el tubo inclinado sin encajarse en el tubo horizontal, porque el segundo tiene menor diámetro



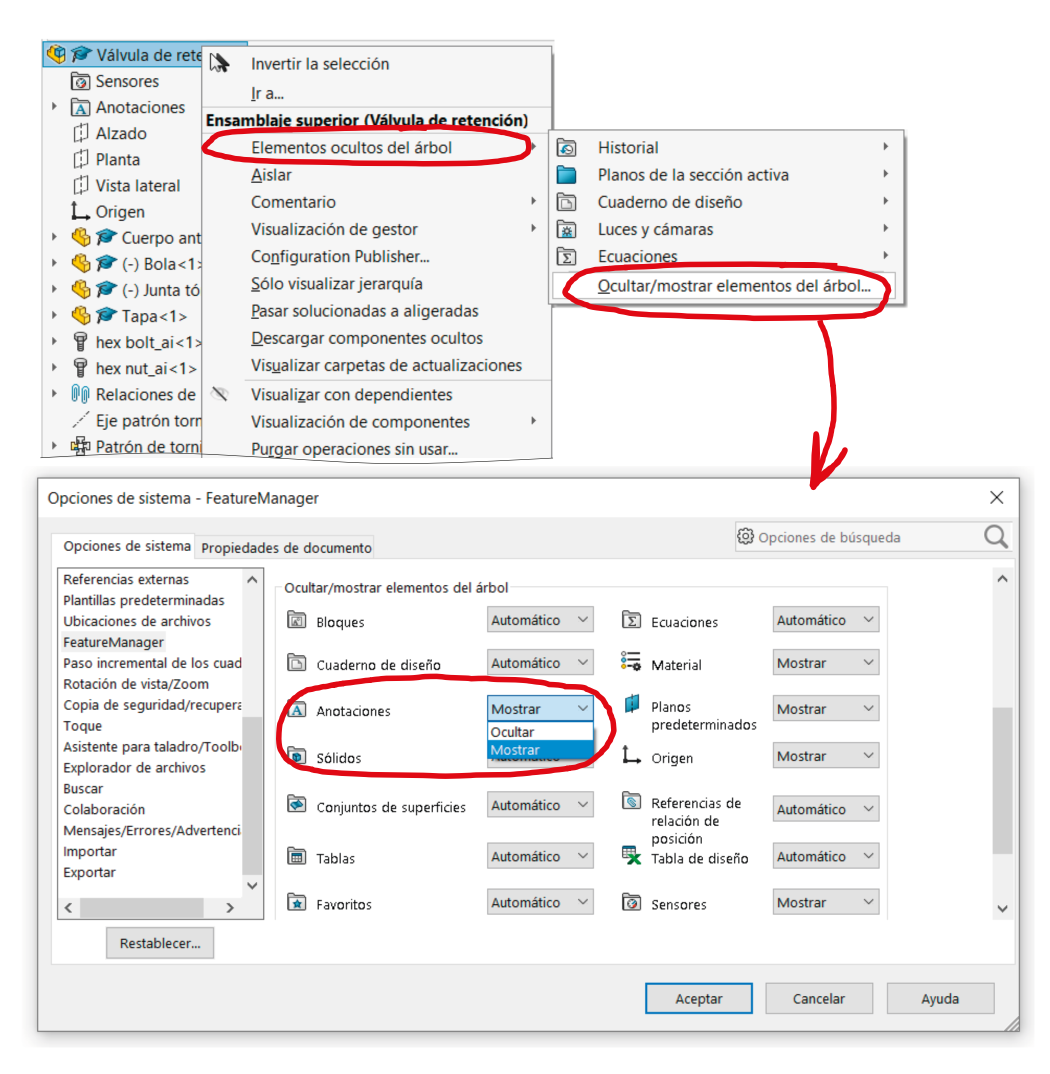
√ Utilice una nota apuntando al extremo superior del tubo inclinado para indicar que la bola es empujada hasta esa parte por el líquido entrante



Ejecución: anotaciones

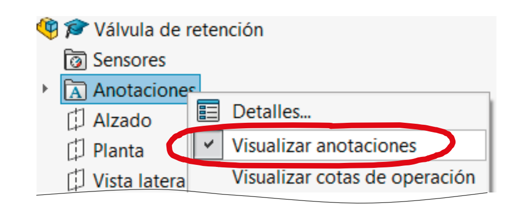
Configure las anotaciones:

- Active la visualización de la carpeta de *Anotaciones*

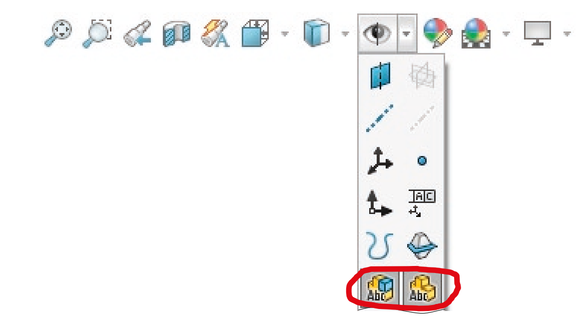


Ejecución: anotaciones

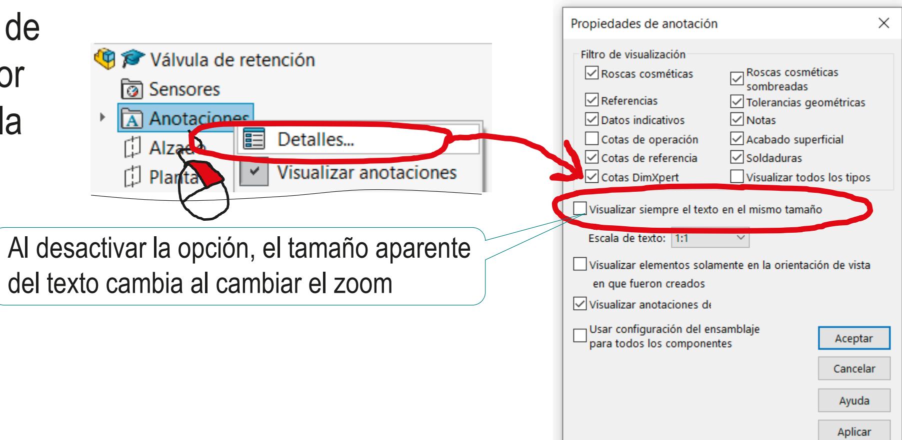
- Active la visualización de las anotaciones:
  - En el menú contextual de la carpeta de *Anotaciones*, seleccione la opción de *Visualizar anotaciones*



  - En la barra de herramienta de ver, active también las opciones de visualización de anotaciones



  - Desactive la opción de ver el texto a un valor constante en pantalla

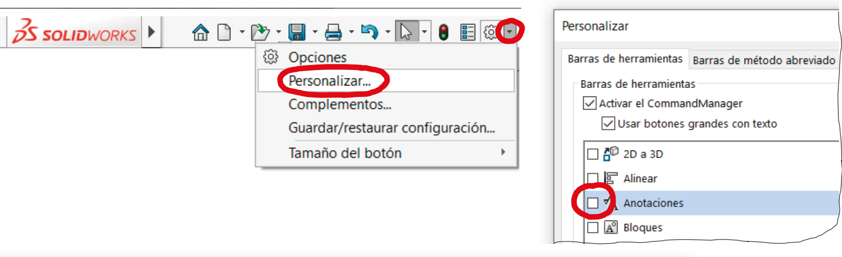


Ejecución: anotaciones

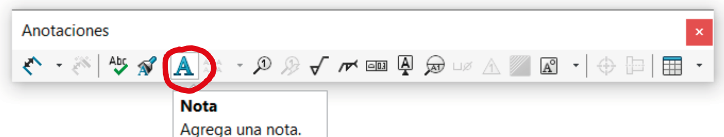
Tarea
Estrategia
Ejecución
Ensamblaje
Anotaciones
Conclusiones

Añada la primera anotación de funcionamiento del ensamblaje:

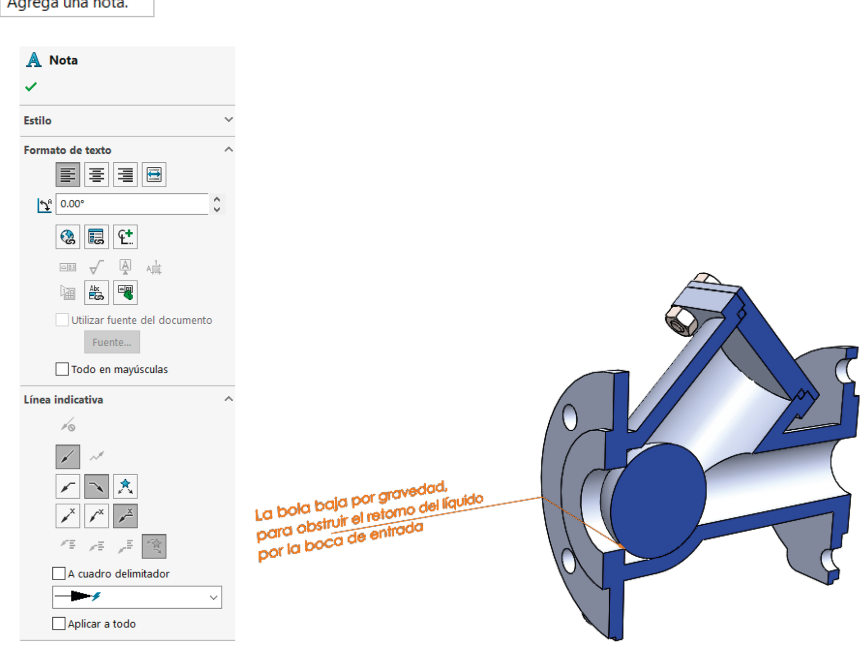
- Active el menú de *Anotaciones*



- Seleccione el comando *Nota*



- Seleccione el tipo de *Línea indicadora*
- Coloque la nota vinculando la punta de la flecha al elemento relacionado con el funcionamiento descrito por la nota
- Escriba el texto

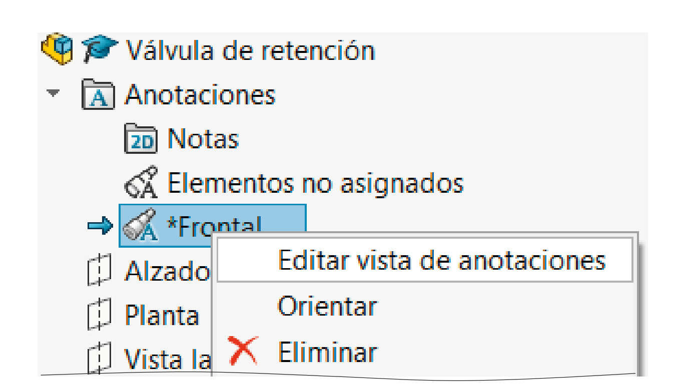


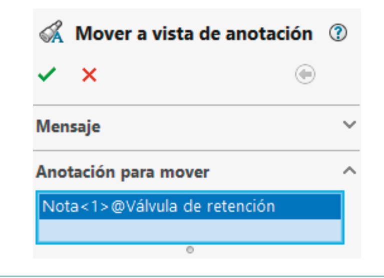
Ejecución: anotaciones

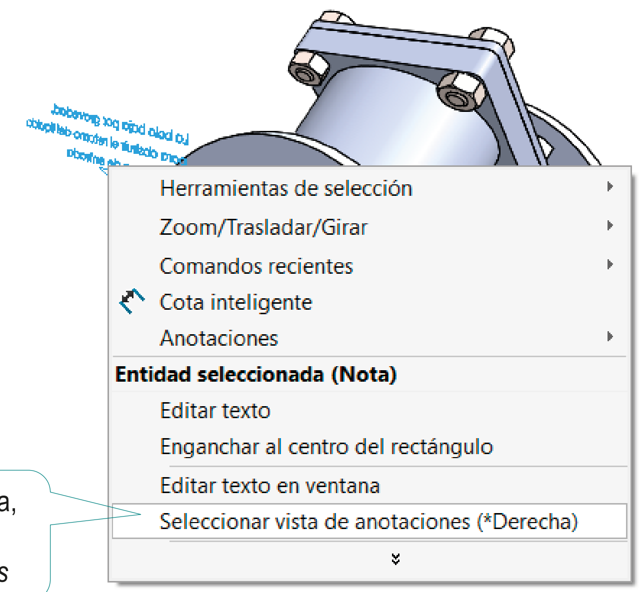


Si la anotación no se asigna al plano de anotación correcto:

- Seleccione la vista de anotación deseada (Frontal)
- Pulse el botón derecho para mostrar su menú contextual
- Seleccione *Editar vista de anotaciones*
- Seleccione en la ventana del modelo la anotación que quiere *Mover a la vista Frontal*



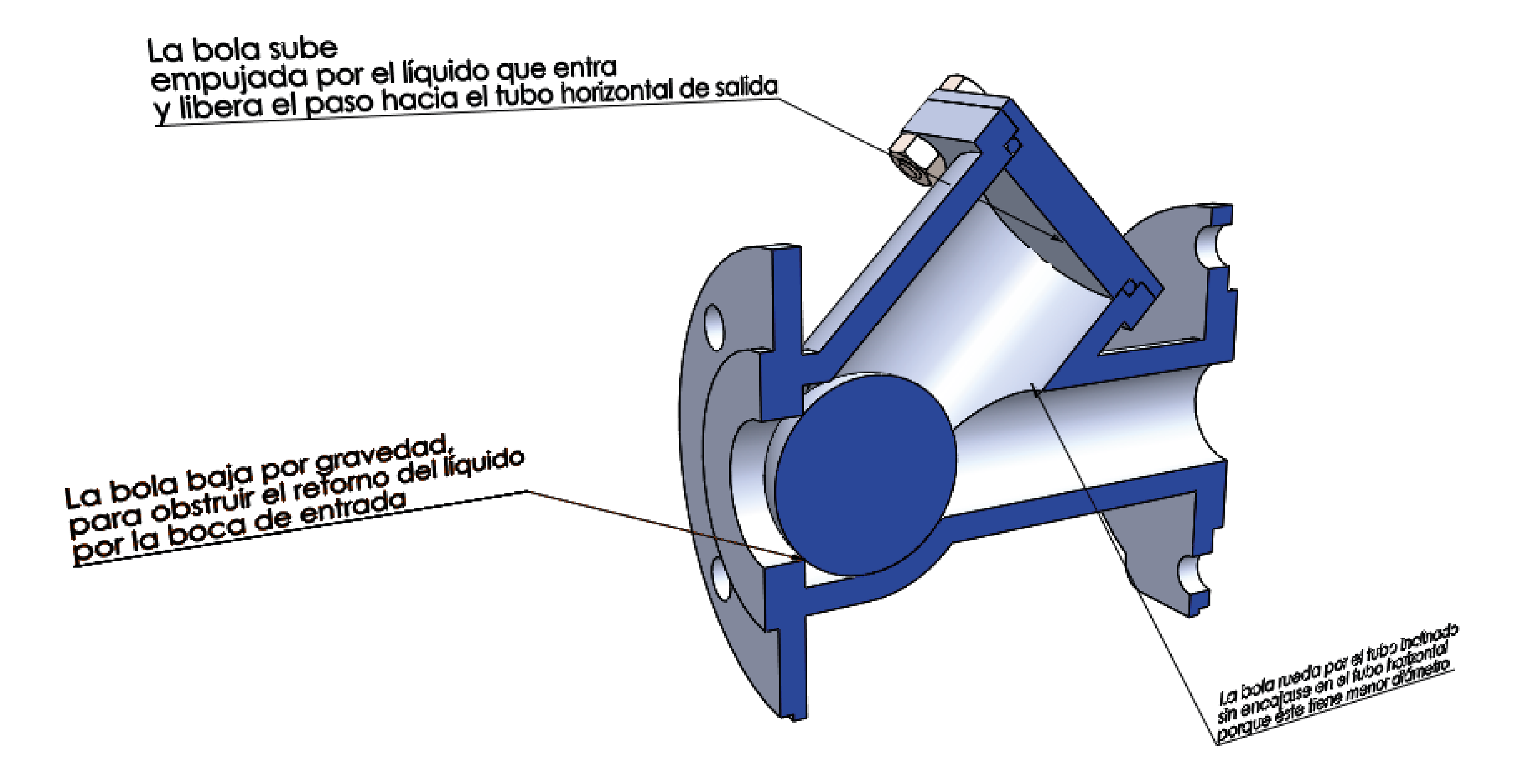




Alternativamente, seleccione directamente la nota, y pulse el botón derecho para obtener su menú contextual, para *Seleccionar vista de anotaciones*

Ejecución: anotaciones

Repita el procedimiento de anotación, hasta añadir todas las notas



ISBN: 978-84-18951-43-5

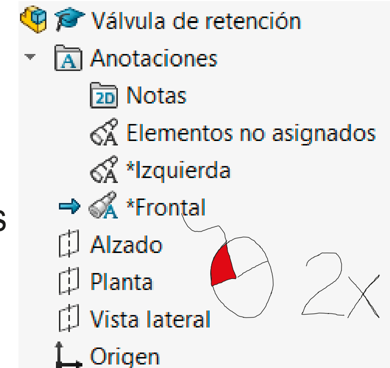
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones

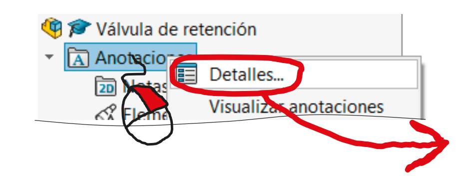


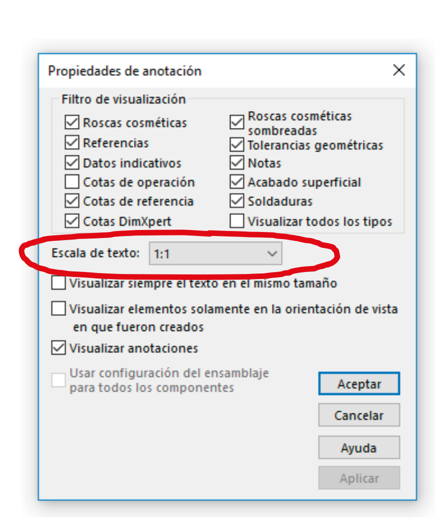
Para controlar la visualización de las anotaciones de diseño:

- En la carpeta de *Anotaciones*, active o desactive la vista *Frontal*, para mostrar u ocultar sus anotaciones



- Fije la escala del texto







La colocación dentro del plano de visualización no se puede controlar con precisión, porque cambia al cambiar la visualización del modelo/ensamblaje

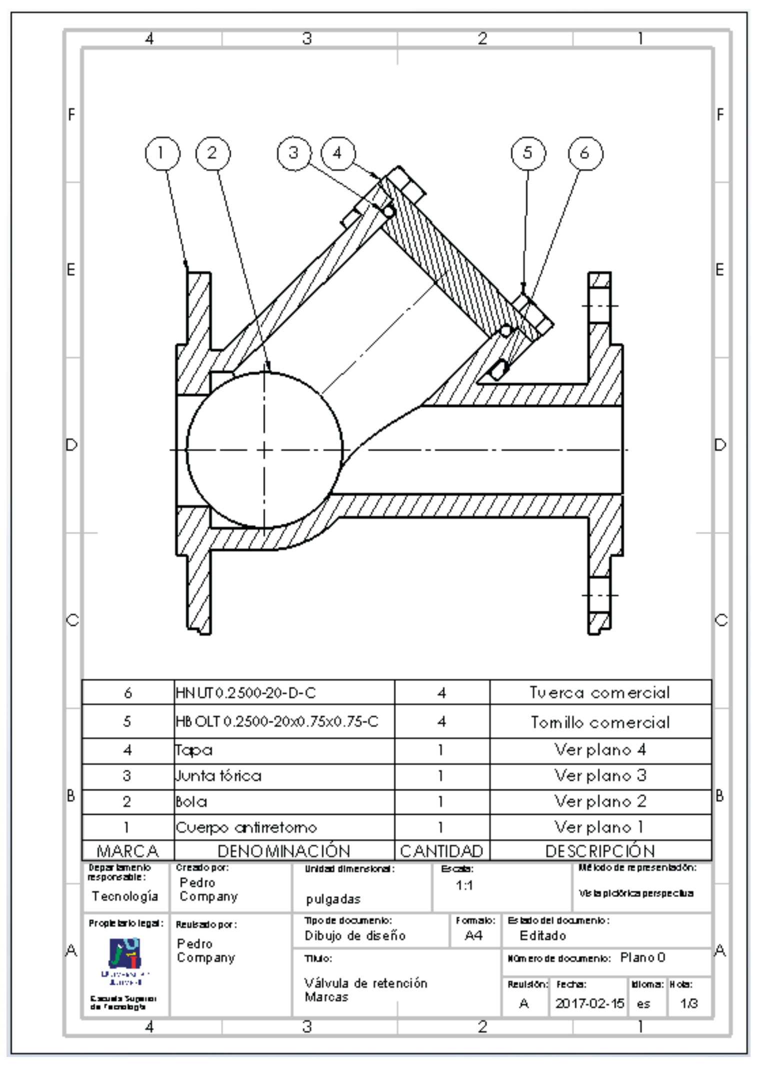
Ejecución: anotaciones

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
  - Ensamblaje
  - **Anotaciones**
- Conclusiones

Obtenga el dibujo de ensamblaje con marcas:

- √ Utilice un formato A4 vertical
- √ Añada la planta, colocándola debajo del formato
- √ Extraiga el alzado cortado, a partir de la planta
- √ Modifique los rayados automáticos, para obtener reyados claramente diferenciados, y excluir la bola
- √ Añada la lista de piezas
- √ Añada las marcas
- √ Cambie la identificación de la hoja, al valor 1/3 (ó 1 de 3)

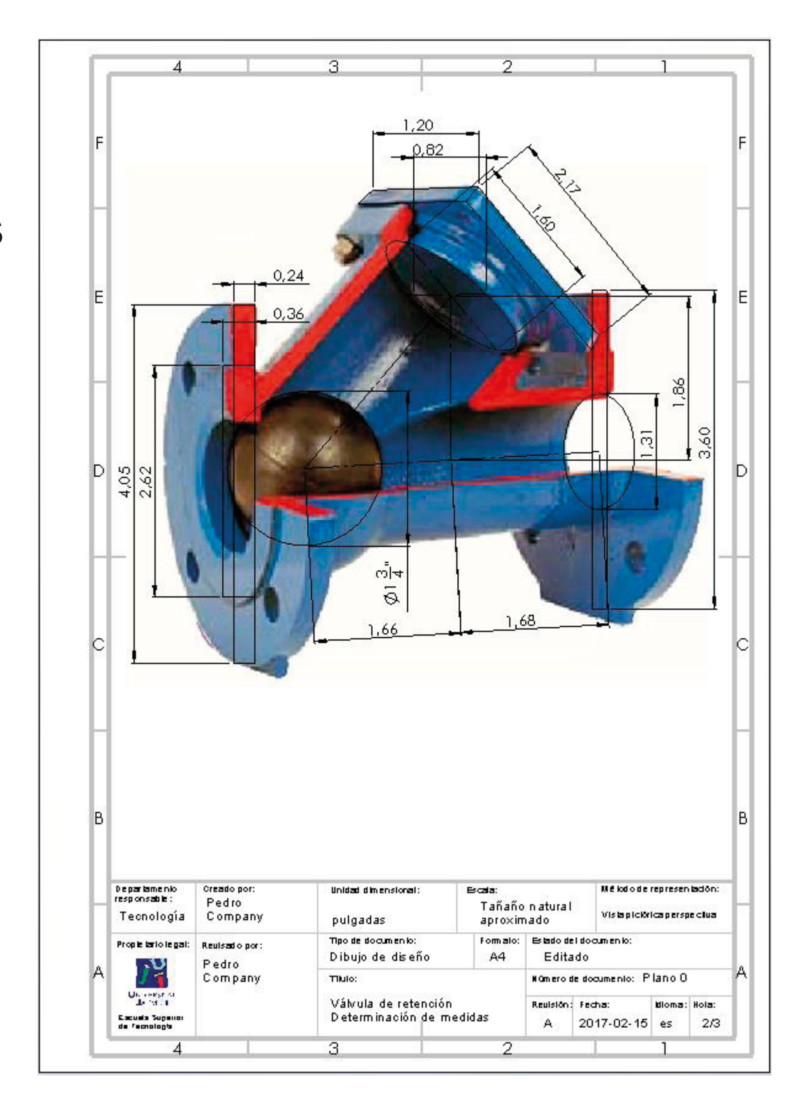
Así los tres dibujos se etiquetan como tres hojas complementarias de un único documento



Ejecución: anotaciones

Reaproveche el dibujo de definición de cotas del ejercicio 4.1.3, para documentar el proceso de determinación de las medidas de la réplica modelada:

- √ Obtenga una copia del documento de dibujo con medidas del ejercicio 4.1.3
- √ Modifique el bloque de títulos, para convertir el dibujo en la hoja 2 de 3



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones

Obtenga un dibujo nuevo con una vista pictórica que muestre la rodadura de la bola sobre el tubo inclinado:

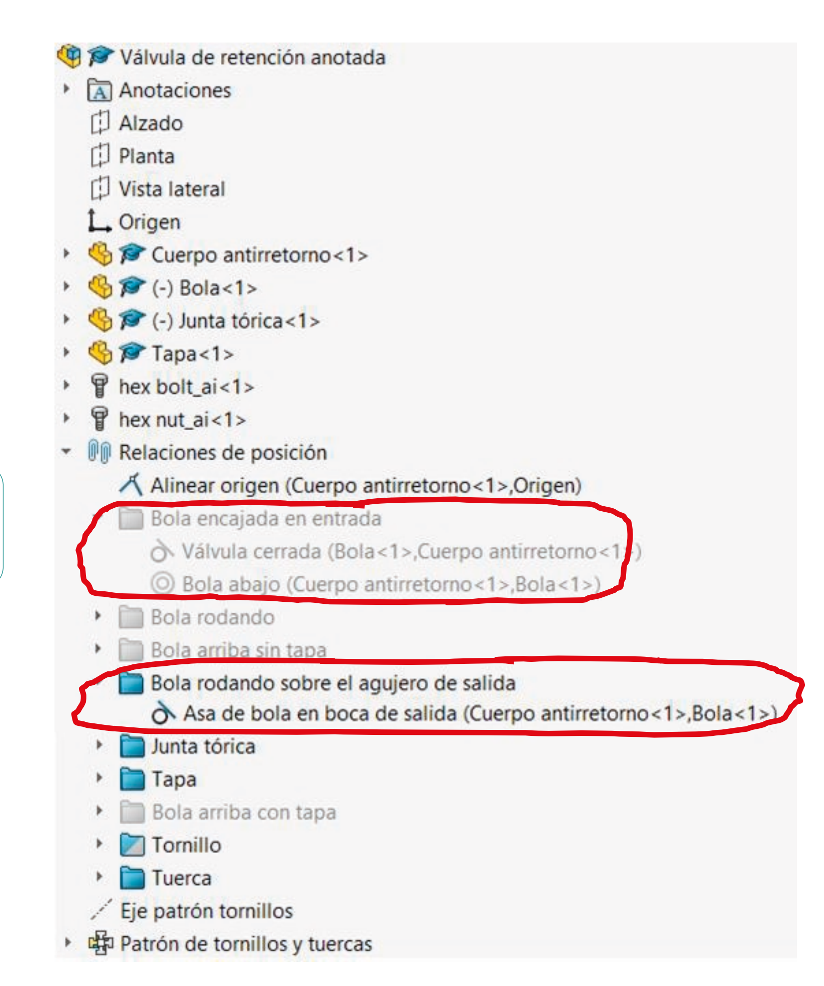
√ Utilice *Guardar como* para obtener un duplicado del ensamblaje de la válvula

El duplicado sirve para evitar que los cambios de emparejamientos afecten al dibujo de ensamblaje con marcas, que muestra la posición de bola encajada en entrada

Alternativamente, utilice CONFIGURACIONES, tal como se explican en la Lección 1.3 del Tomo 2

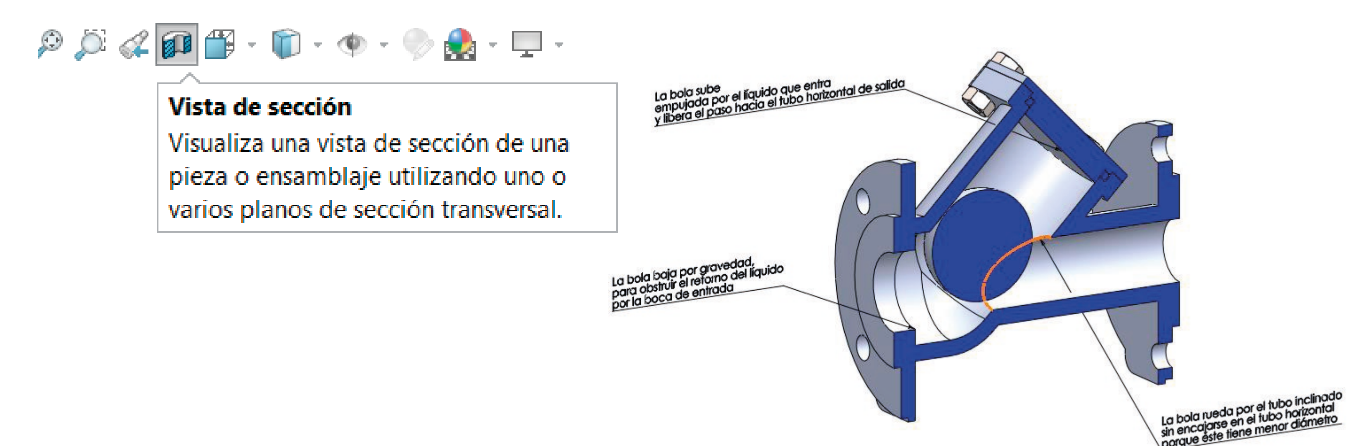
√ Desactive los emparejamientos de bola encajada en entrada

√ Active los emparejamientos de la bola que muestran su rodadura sobre el agujero

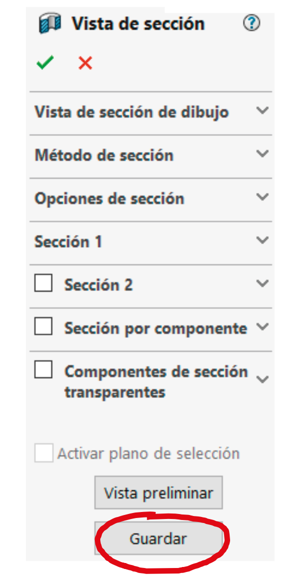


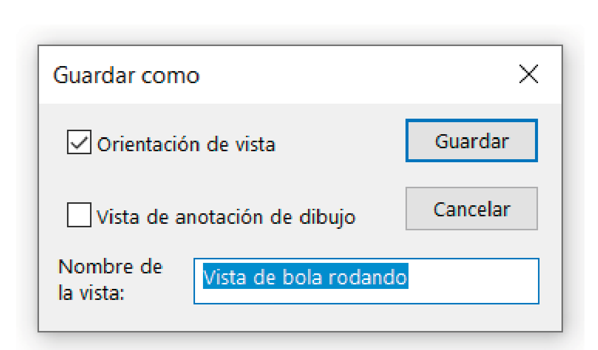
Ejecución: anotaciones

√ Muestre el ensamblaje cortado



√ Seleccione y guarde la vista pictórica cortada



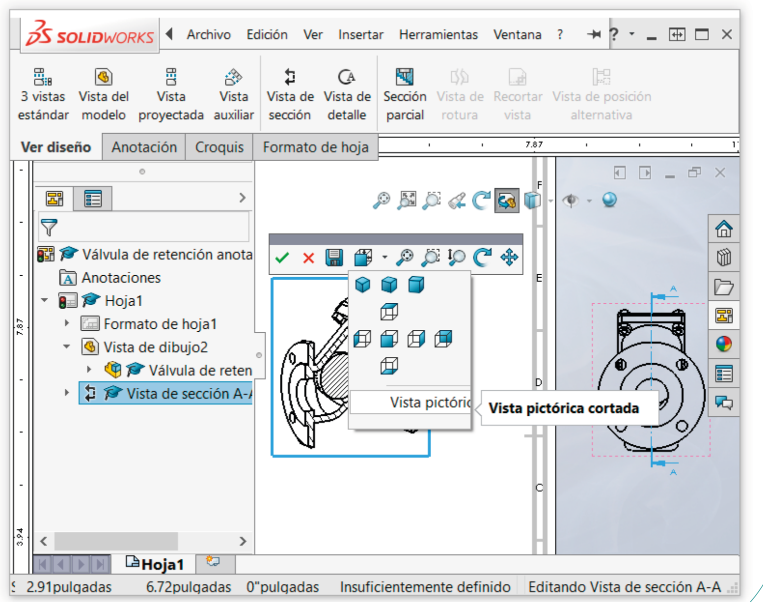


Ejecución: anotaciones

- Obtenga un dibujo pictórico con anotaciones de diseño:
  - Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1
  - Edite los datos que se deben cambiar del bloque de títulos, para convertir el documento en la hoja 3 de 3 del ensamblaje
  - Inserte la vista pictórica cortada

Si SolidWorks falla al detectar la vista pictórica cortada:

- Inserte una vista en planta o un perfil, para aplicar un corte al alzado
- Obtenga el alzado cortado del ensamblaje
- Modifique el alzado cortado para convertirlo en una vista pictórica
- Oculte la vista en planta o perfil en la que haya indicado el corte



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

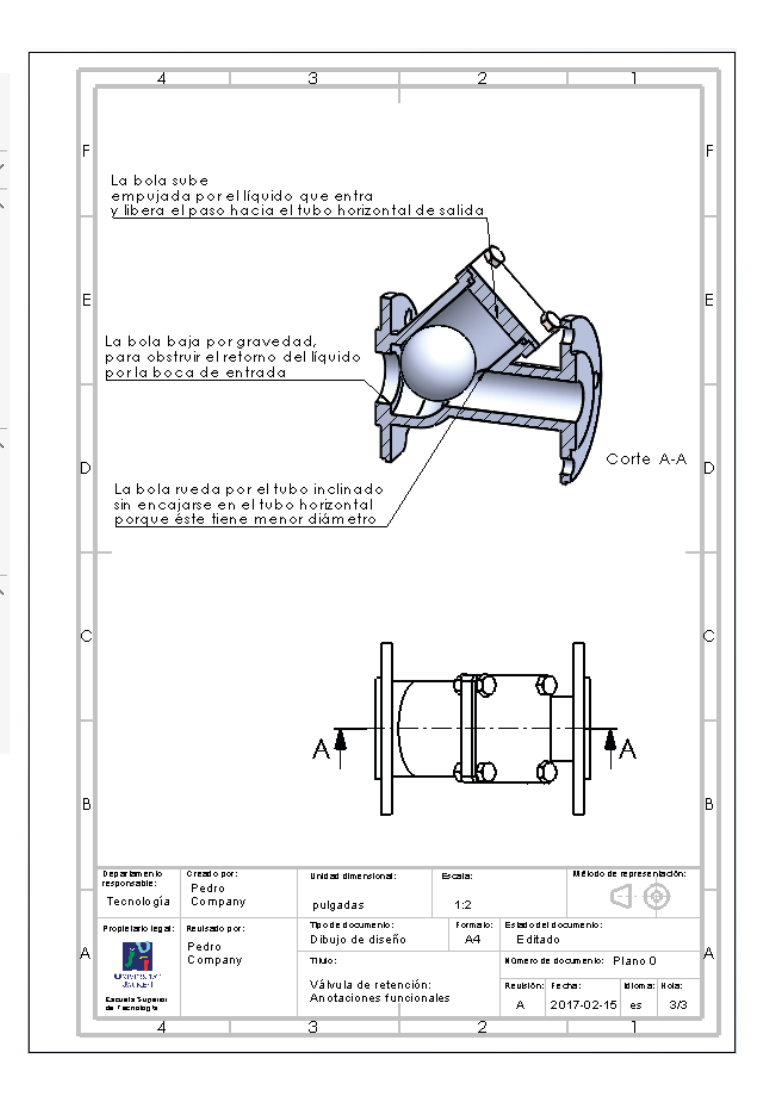
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones

- Extraiga las notas de diseño del ensamblaje, para añadirlas al dibujo:
  - Seleccione el comando *Elementos del modelo*
  - Elija como origen *Todo el modelo*
  - Desactive la importación de tolerancias, y cualquier otra nota cuya importación esté activada por defecto
  - Active la importación de Notas
  - Borre las notas geométricas que informan sobre los taladros
  - Recoloque las notas, si es necesario, para que se visualicen bien

Elementos del modelo
Mensaje
Origen/Destino
Origen:
Todo el modelo
Importar elementos en todas las vistas
Vista(s) de destino:
Vista de dibujo2
Cotas
Eliminar duplicados
Anotaciones
Seleccionar todo
Notas

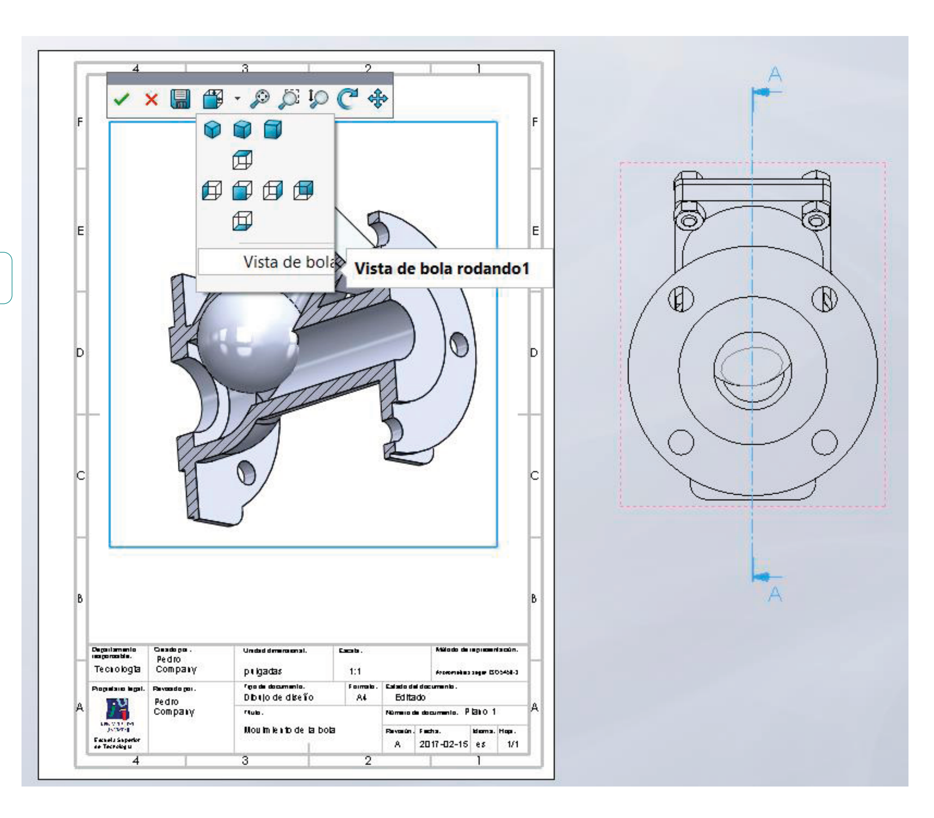


Ejecución: anotaciones

Alternativamente, añada las notas de diseño directamente al dibujo, desde un ensamblaje sin notas:

- √ Seleccione el formato A4 vertical del ejercicio 3.1.1
- √ Edite los datos que se deben cambiar del bloque de títulos, para convertir el documento en la hoja 3 de 3 del ensamblaje
- √ Inserte una vista pictórica cortada:
  - √ Inserte una vista en planta o un perfil

    Para cortar el ensamblaje
  - √ Obtenga un alzado cortado del ensamblaje
  - √ Modifique el alzado cortado para convertirlo en una vista pictórica
  - √ Oculte la planta/perfil



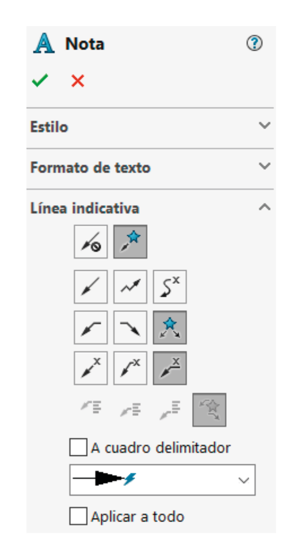
ISBN: 978-84-18951-43-5

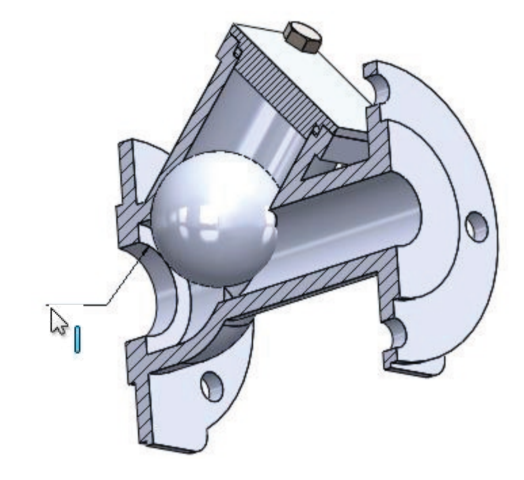
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

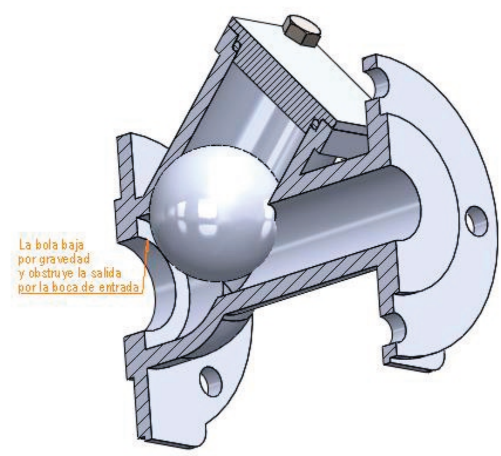
Ejecución: anotaciones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Ensamblaje
Anotaciones
Conclusiones

- Añada las anotaciones de diseño a la vista cortada:
  - Seleccione el comando *Nota*
  - Elija el tipo de línea de referencia
  - Vincule la línea de referencia al dibujo
  - Añada el texto explicativo

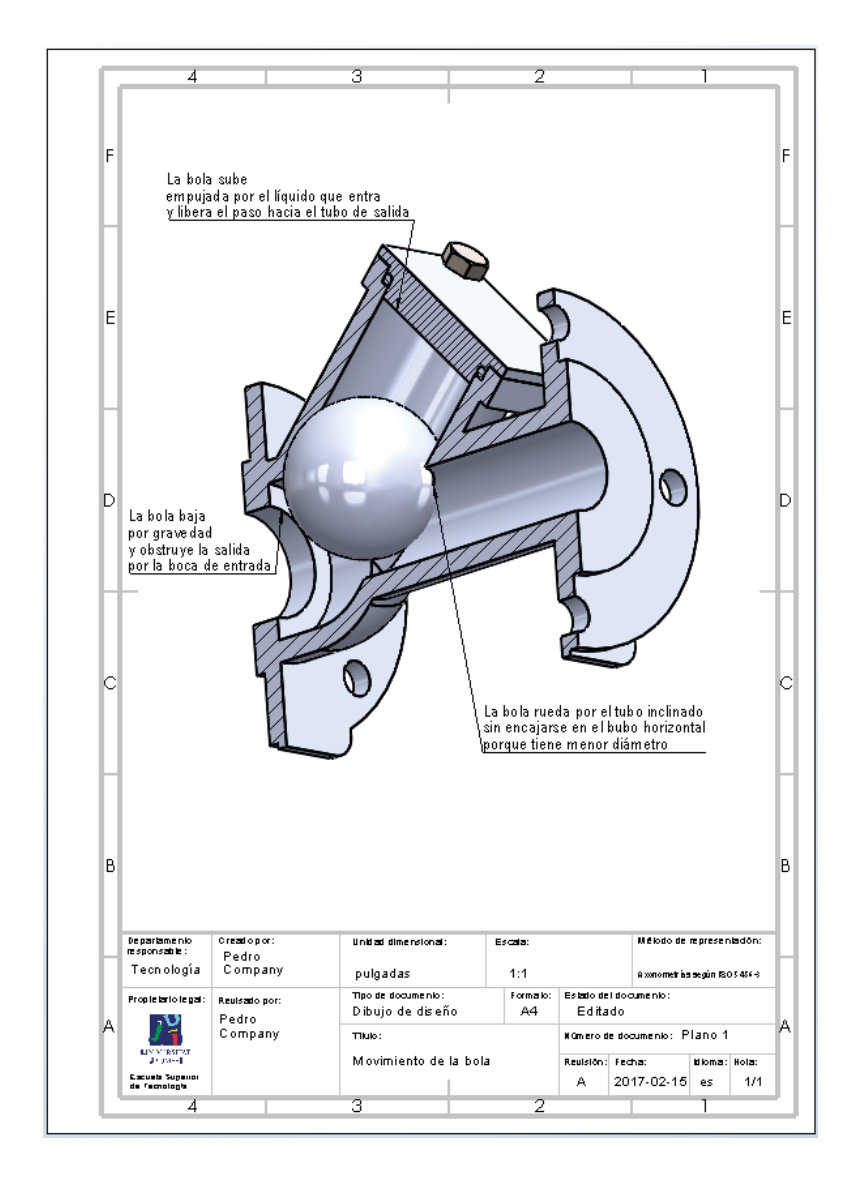






Ejecución: anotaciones

√ Repita hasta añadir todas las notas



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Durante el proceso de diseño se fijan las especificaciones del producto

2 Analizando un producto ya existente se pueden determinar gran parte de sus especificaciones

3 Los modelos y los dibujos pueden complementarse con anotaciones de diseño, para hacer visible el efecto de las especificaciones sobre la forma del producto

4 Las anotaciones de texto se pueden añadir directamente en los modelos y ensamblajes con la herramienta de Notas

Se usa texto plano, porque no existen normas específicas

5 Las anotaciones de los modelos y ensamblajes se pueden importar a los dibujos

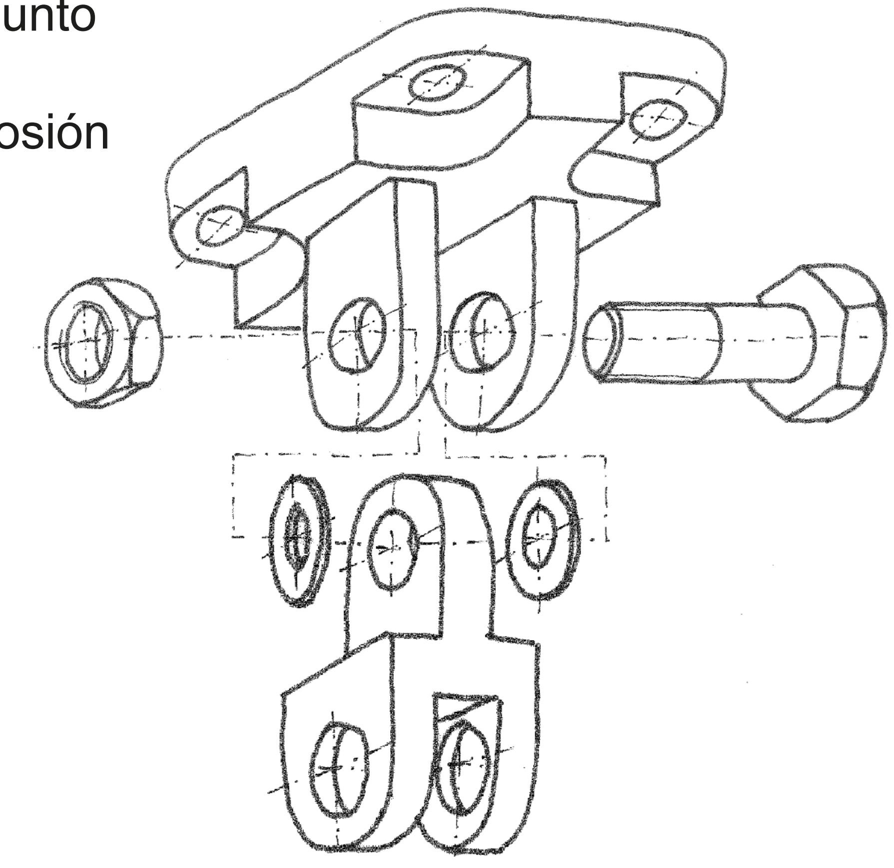
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejercicio 4.4.3. Anclaje basculante

Tarea

La imagen muestra un conjunto de anclaje basculante por medio de una vista en explosión



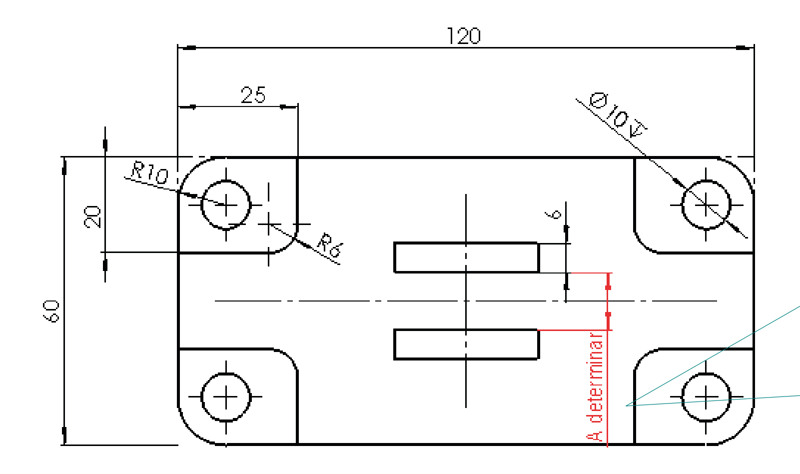
- La vista en explosión está dibujada a mano alzada, por lo que no se pueden tomar medidas sobre ella, ni se pueden estimar las proporciones entre piezas

- La lista de piezas que componen el mecanismo es como sigue:

Nº piezas	Denominación	Marca	Material
1	Base	1	Acero
1	Soporte oscilante	2	Acero
2	Arandela ANSI B18.22M - Plain washer, 6 mm, narrow	3	Acero
1	Tornillo ANSI B18.2.3.5M - Hex bolt M6 x 1.0 x 30 --18S	4	Acero
1	Tuerca ANSI B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M6 x 1 --D-S	5	Acero

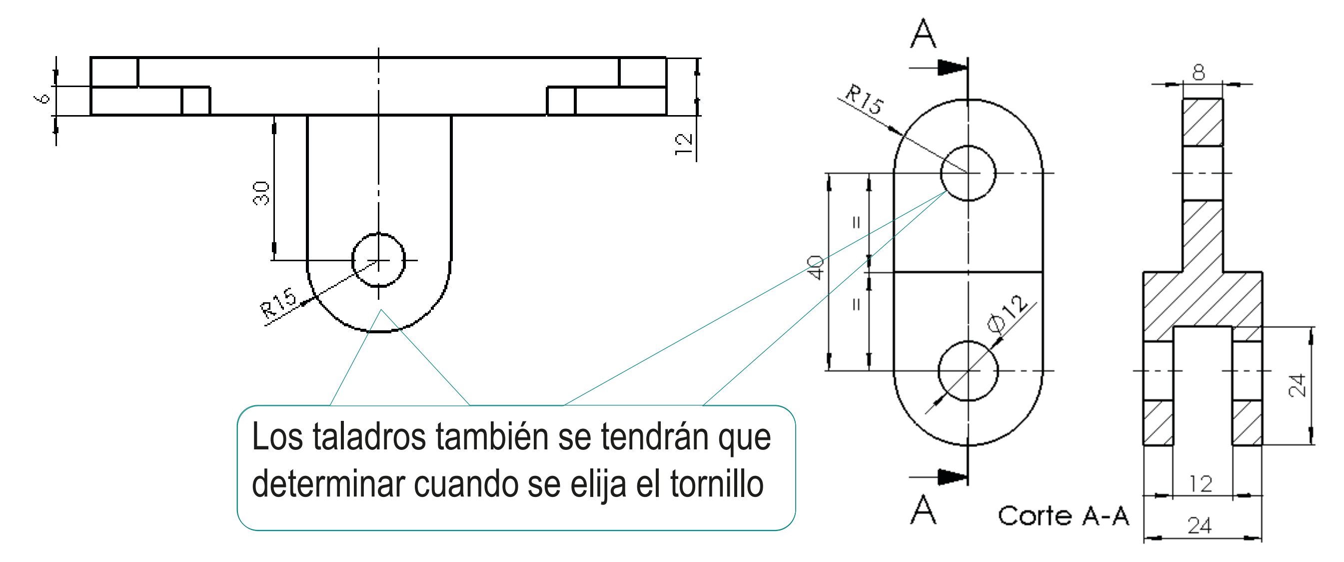
Tarea

√ La definición de las piezas no comerciales se muestra en la figura:



Debe observarse que la separación entre aletas de la base debe tener la medida suficiente para que quepan la oreja del soporte y las dos arandelas

Por tanto, la medida final no se puede determinar antes de elegir las arandelas



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tareas:

A Obtenga los modelos sólidos de las piezas no comerciales

B Obtenga el ensamblaje del mecanismo, añadiendo aquellas piezas estándar que considere más apropiadas

C Obtenga el ensamblaje en explosión, y añada dos anotaciones para indicar el procedimiento de montaje:

El premontaje de las arandelas y el soporte debe hacerse engrasando las caras laterales para que las arandelas queden temporalmente pegadas al soporte

El montaje de las arandelas y el soporte debe hacerse sujetando el premontaje en su posición, al tiempo que se inserta el tornillo

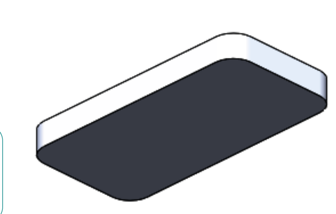
D Añada anotaciones controladas por sensores para monitorizar que la separación entre aletas de la base coincide con el espesor de la oreja del soporte y los espesores de las dos arandelas

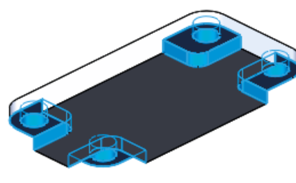
Estrategia

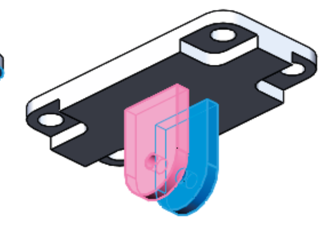
El trabajo se descompone en las siguientes tareas:

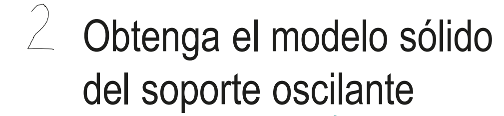
1 Obtenga el modelo sólido de la base

Defina una cota de separación entre aletas aproximada



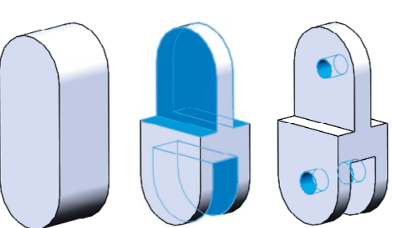






2 Obtenga el modelo sólido del soporte oscilante

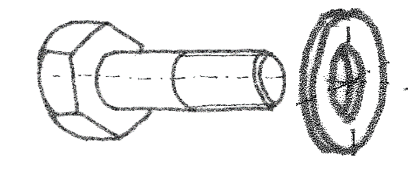
Utilice las dimensiones de las cotas de definición



Alternativamente, use un croquis del perfil para obtener una forma prismática por extrusión, y redondeela después

3 Obtenga el ensamblaje

- √ Seleccione las piezas comerciales más apropiadas:
  - √ Seleccione un tornillo de rosca métrica, compatible con el taladro de las aletas de la base
  - √ Seleccione arandelas y tuerca compatibles con el tornillo

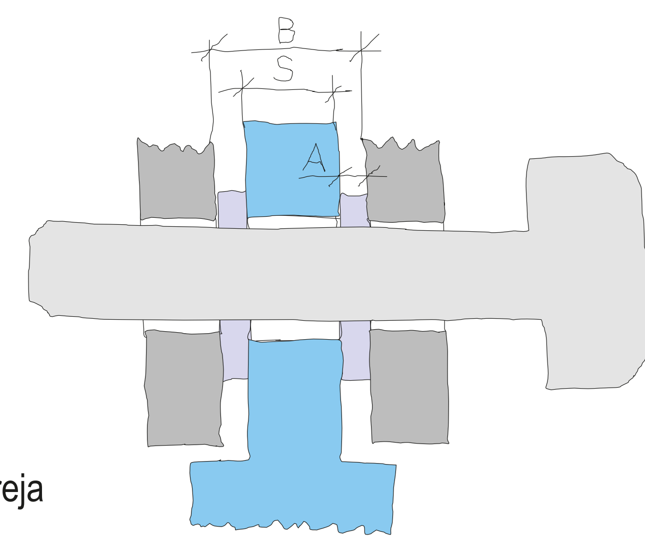


- √ Siga el orden de ensamblaje ilustrado en la vista en explosión
- √ Obtenga una explosión del ensamblaje, similar a la vista en explosión

Estrategia

4 Compruebe la compatibilidad del montaje:

- Compruebe si el espacio entre aletas de la base es apropiado para encajar el soporte y las dos arandelas:
  B=S+2*A
- Rediseñe la base, si es necesario, hasta que las piezas encajen
- Si es necesario, cambie la tornillería, o rediseñe los taladros de las aletas y la oreja



5 Añada las anotaciones de diseño:

- Utilice el ensamblaje en explosión para añadir las anotaciones de montaje:
  - El premontaje de las arandelas y el soporte debe hacerse engrasando las caras laterales para que las arandelas queden temporalmente pegadas al soporte
  - El montaje de las arandelas y el soporte debe hacerse sujetando el premontaje en su posición, al tiempo que se inserta el tornillo
- Añada cotas de referencia para monitorizar la separación entre aletas de la base y la anchura de la oreja del soporte con aletas:
  - Añada una cota de referencia de la dimensión B
  - Añada una cota de referencia de la dimensión A+S+A
  - Convierta cada cota de referencia en un sensor
  - Añada comentarios para vincular ambos sensores

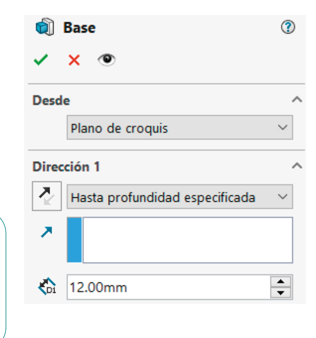
Ejecución: modelado

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotaciones
Conclusiones

Obtenga el modelo sólido de la base:

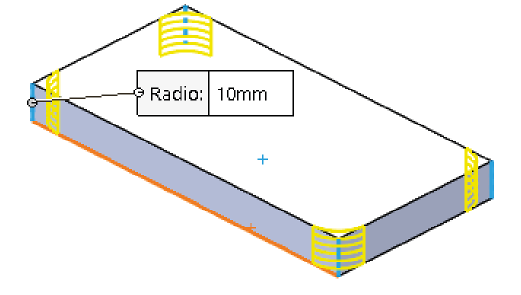
√ Obtenga la placa prismática por extrusión de un perfil rectangular

Utilice la *planta* como plano de croquis, para obtener la pieza con la orientación dada

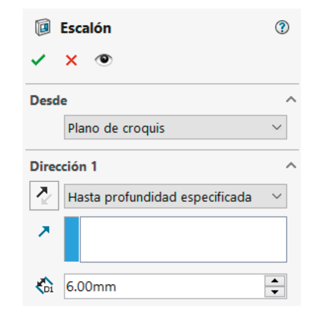


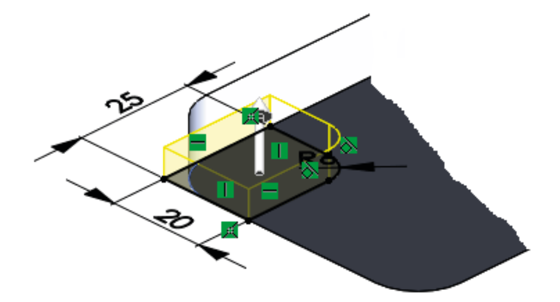
Centre el croquis, para que los planos de coordenadas sean planos de simetría

√ Redondee los cantos



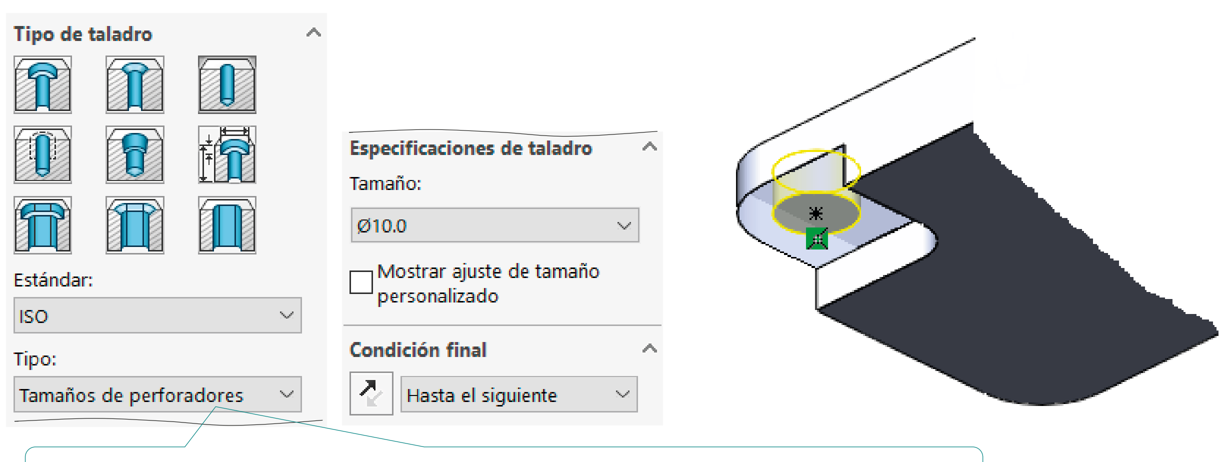
√ Obtenga un escalón, extruyendo un corte de un perfil dibujado en la planta





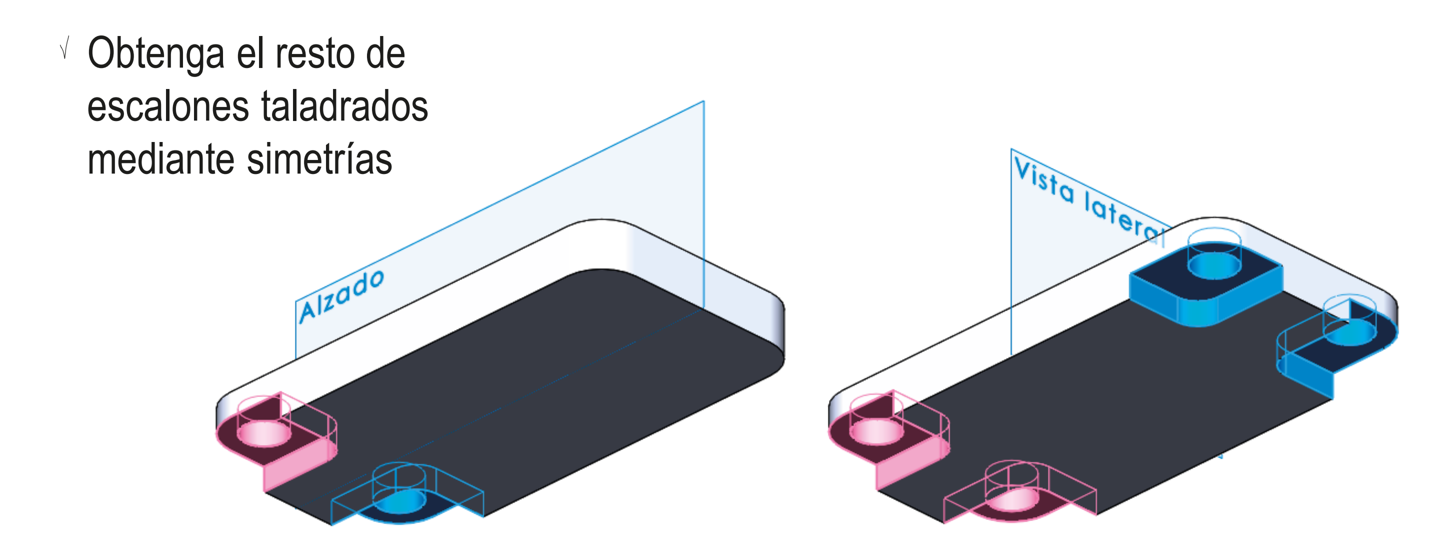
Ejecución: modelado

√ Añada un taladro en el escalón



Utilice *Tamaños de perforadores*, para controlar directamente el diámetro

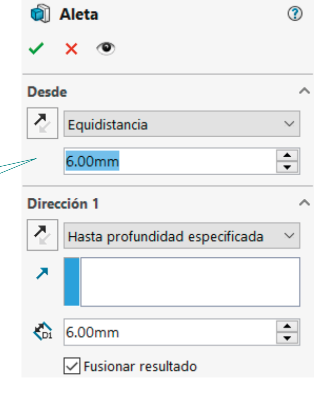
√ Obtenga el resto de escalones taladrados mediante simetrías

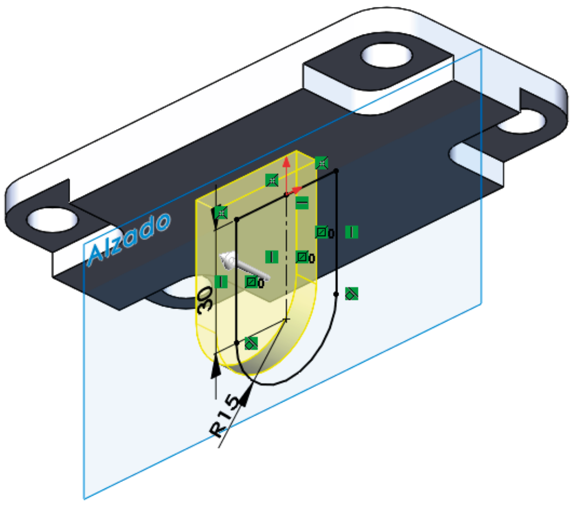


Ejecución: modelado

√ Añada una aleta, por extrusión con equidistancia de un perfil dibujado en el alzado

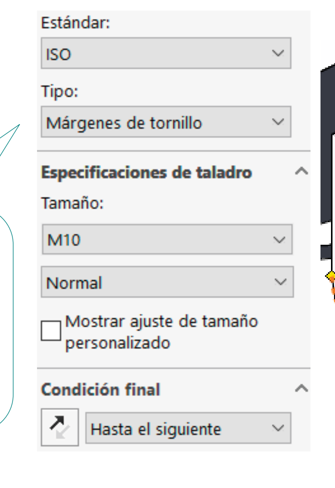
Utilice una distancia provisional para la equidistancia, hasta que determine el espesor de las arandelas

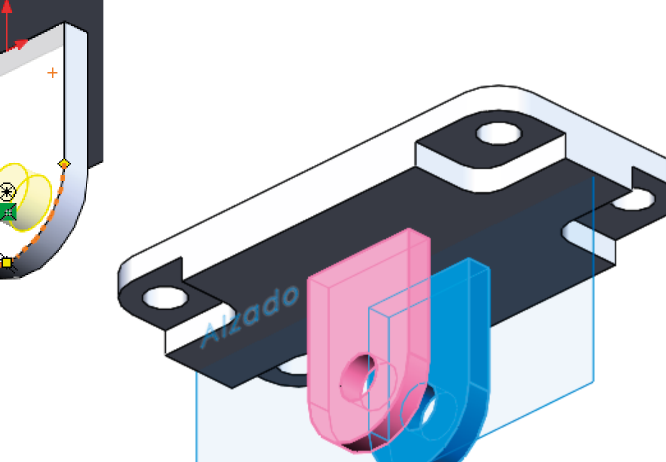




√ Añada el agujero taladrado de la aleta

Utilice *Márgenes de tornillos*, para obtener un agujero compatible con el tornillo





√ Obtenga la otra aleta taladrada mediante simetría

ISBN: 978-84-18951-43-5

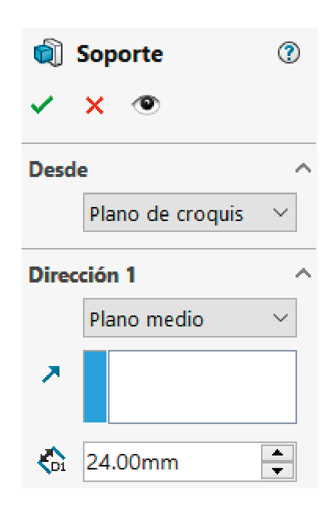
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

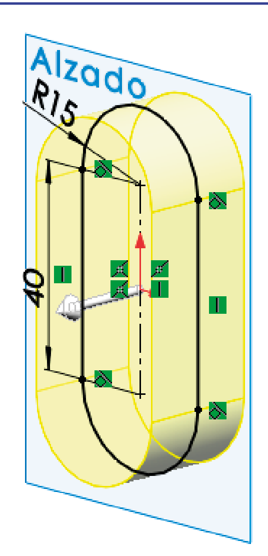
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

Obtenga el modelo sólido del soporte oscilante:

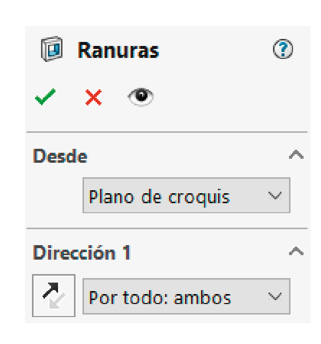
√ Obtenga el núcleo del soporte por extrusión a ambos lados de un perfil dibujado en el alzado

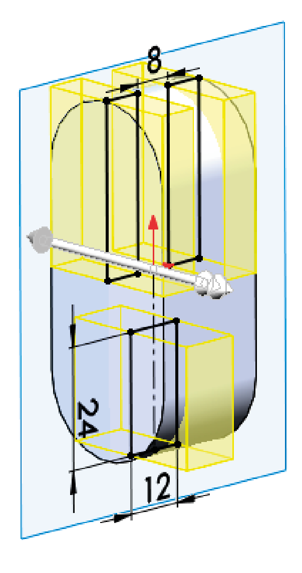




√ Obtenga los escalones y la ranura por corte extruido a partir de un perfil dibujado en la vista lateral

Para aumentar la claridad del modelo, puede construir por separado los escalones y la ranura





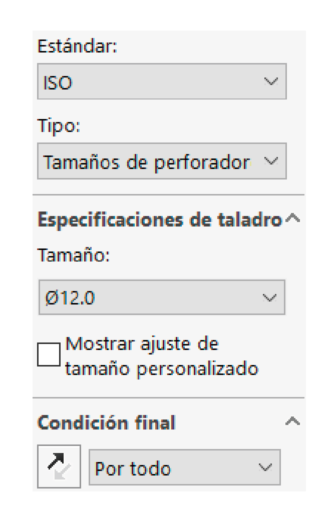
ISBN: 978-84-18951-43-5

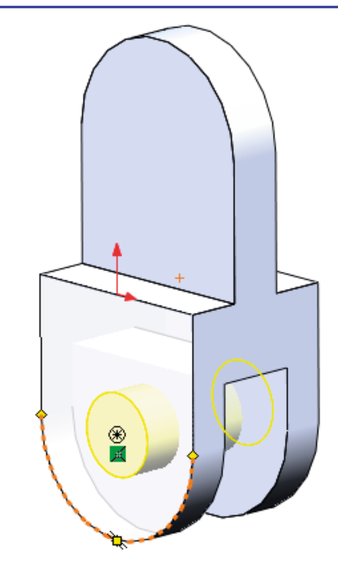
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotaciones
Conclusiones

√ Añada los taladros de la parte inferior

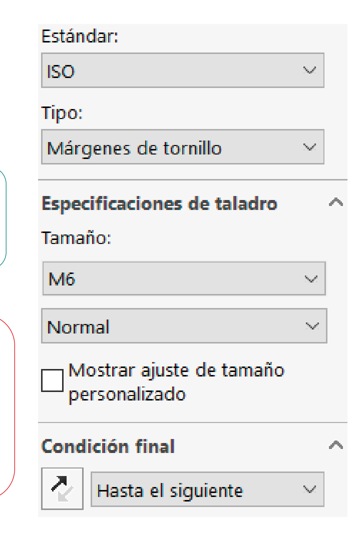


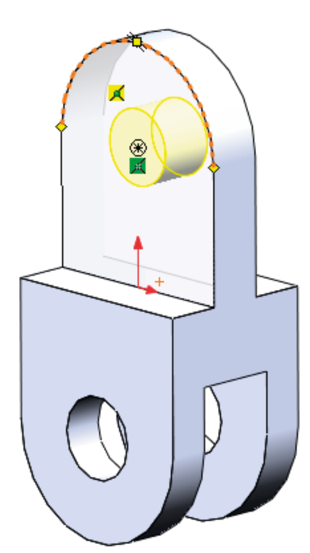


√ Añada el taladro de la oreja superior

Elija una agujero apropiado para un posible tornillo de M6

Cuando haga el montaje y añada el tornillo definitivo, deberá revisar esta dimensión





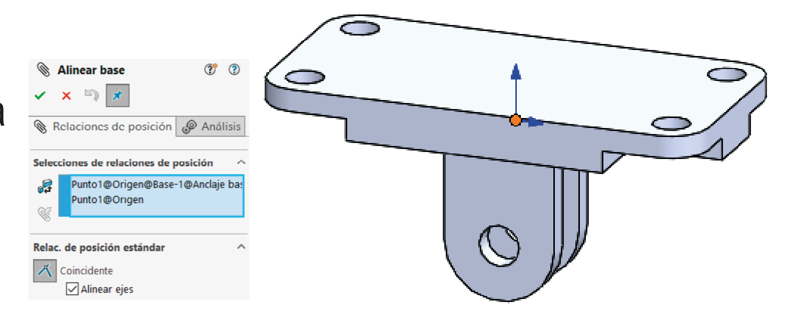
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

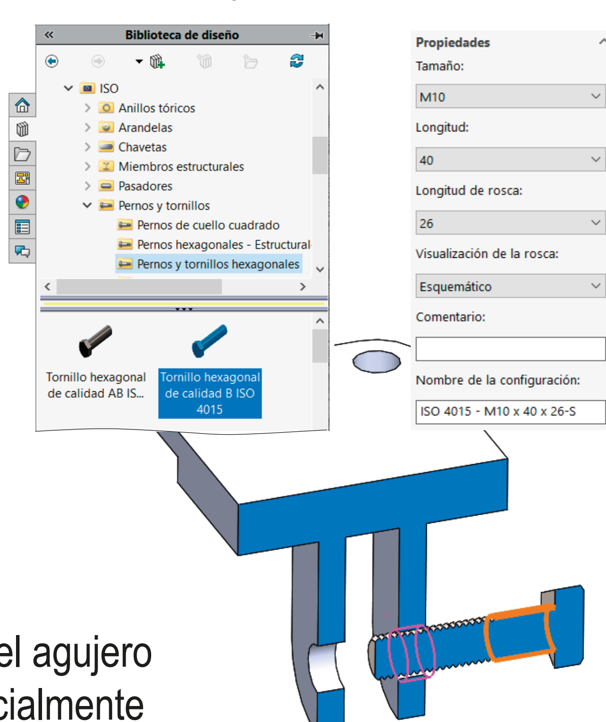
Obtenga el ensamblaje:

- Inserte la base como primera pieza
  - Hágala flotar
  - Vincule su sistema de coordenadas al del ensamblaje



- Seleccione (en Toolbox) un tornillo que permita el montaje:
  - Se puede utilizar un tornillo de rosca métrica M10 (compatible con un taladro de diámetro algo mayor de 10 mm)
  - La caña del tornillo deberá medir algo más de 6x2 mm (espesor de las alas), más 8 mm (espesor de la oreja del soporte), mas el espesor de dos arandelas (aproximadamente 2x2 mm)

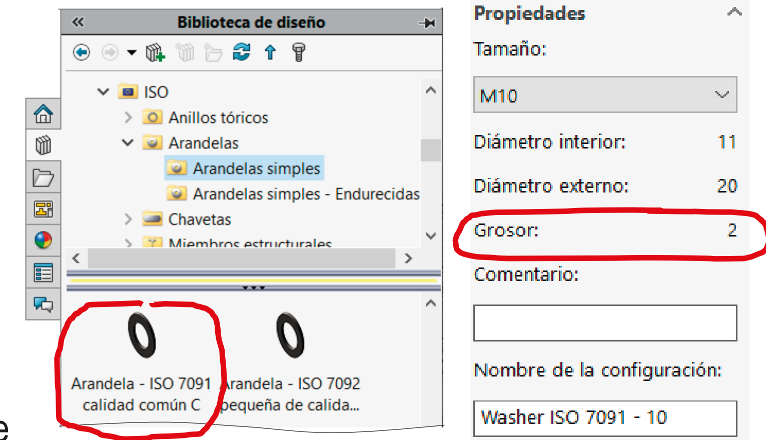
Pero la caña más corta para M10 es de 40 mm (salvo en modelos con toda la caña roscada)



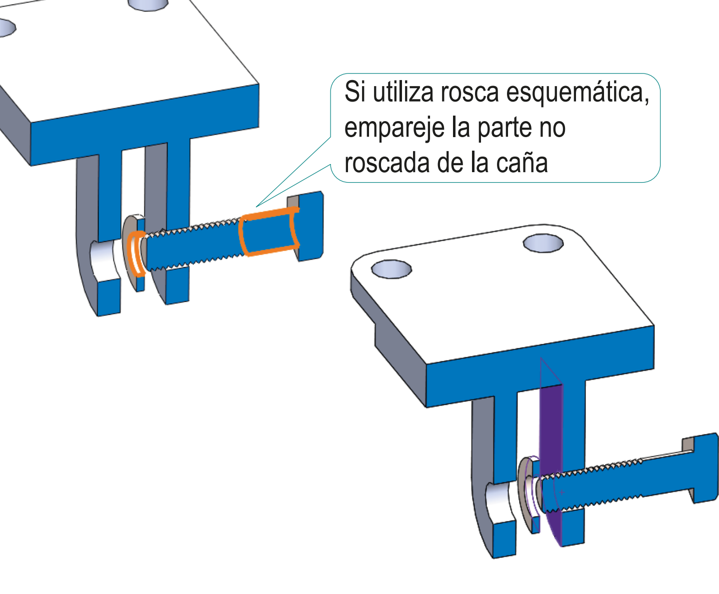
- Haga la caña del tornillo concéntrica con el agujero de la aleta de la base, para insertarlo parcialmente

Ejecución: ensamblaje

- Seleccione las arandelas:
  - Busque una arandela compatible con un tornillo de M10, tal como la ISO 7091
  - Seleccione una arandela simple, de anchura normal
  - Observe la anchura de la arandela, para determinar si deberá rediseñar el espaciado de las aletas de la base



- Inserte la primera arandela
  - Haga el agujero de la arandela concéntrico con la caña del tornillo
  - Apoye la cara lateral exterior de la arandela sobre la cara interior de la aleta de la base



Tarea

Estrategia

Ejecución

Modelado

Ensamblaje

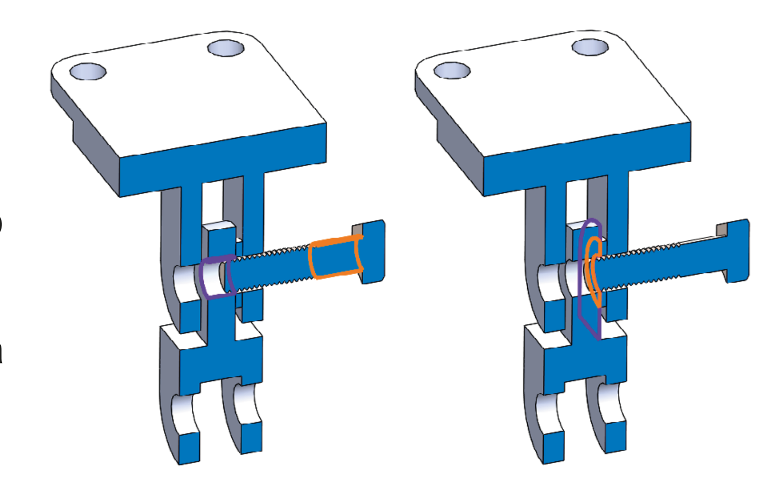
Anotaciones

Conclusiones

√ Inserte el soporte oscilante

√ Haga el agujero del soporte concéntrico con la caña del tornillo

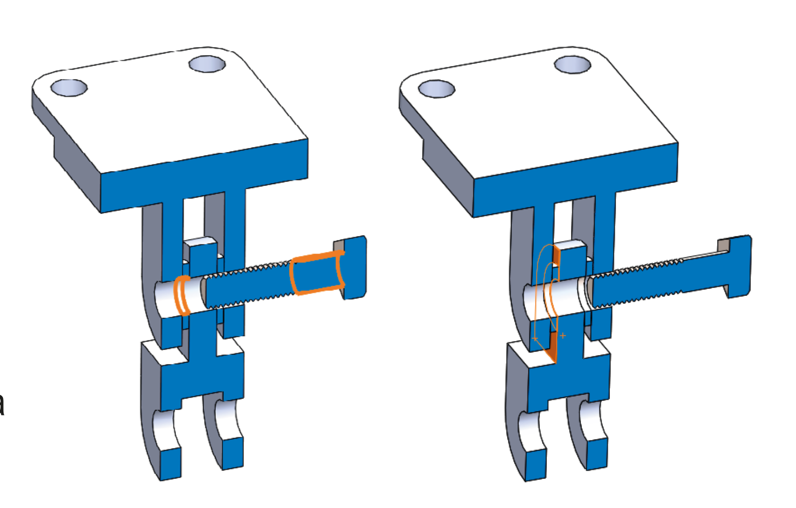
√ Apoye la cara lateral del soporte sobre la cara lateral de la arandela



√ Inserte la segunda arandela

√ Haga el agujero de la arandela concéntrico con la caña del tornillo

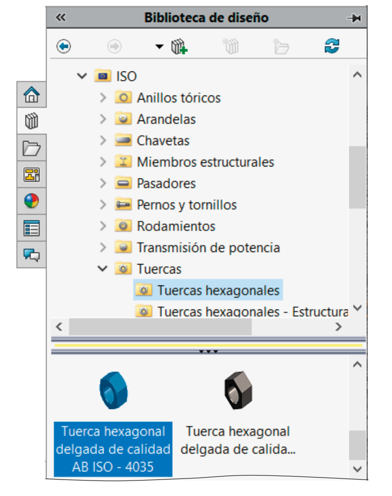
√ Apoye la cara lateral exterior de la arandela sobre la cara interior de la segunda aleta de la base

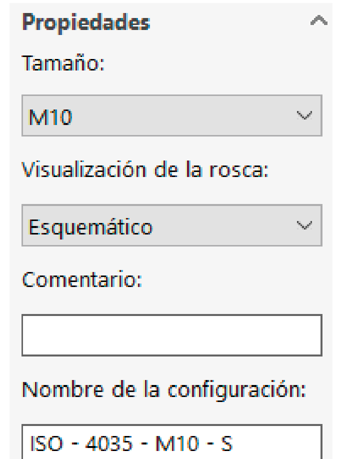


Ejecución: ensamblaje

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotaciones
Conclusiones

- Seleccione la tuerca
  - Busque una tuerca compatible con un tornillo de rosca M10

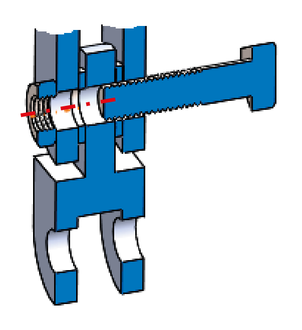


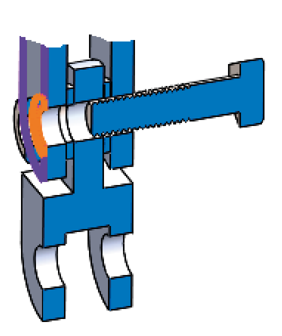


- Inserte la tuerca
  - Haga el agujero de la arandela concéntrico con la caña del tornillo

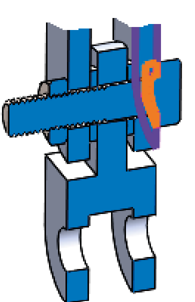
    Si ha utilizado roscas esquemáticas, deberá hacer colineales los ejes

  - Apoye la cara lateral exterior de la arandela sobre la cara interior de la aleta de la base





- Complete la colocación del tornillo
  - Apoye la cara lateral exterior de la arandela sobre la cara interior de la aleta de la base

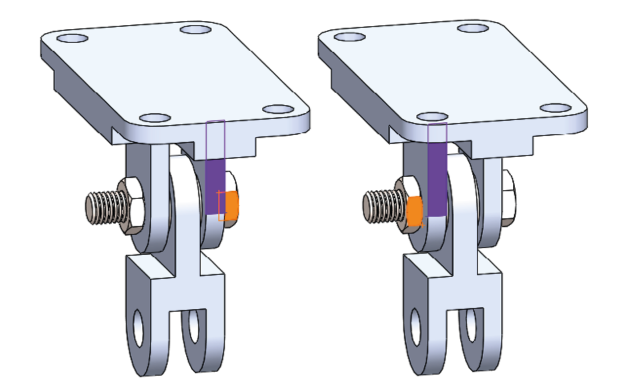


Ejecución: ensamblaje

Añada los emparejamientos cosméticos:

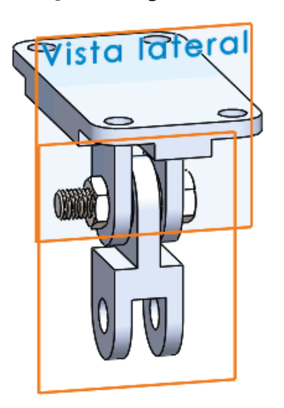
- Oriente la cabeza del tornillo y la tuerca para que se vean tres caras de los prismas hexagonales

Para que queden bien orientadas en los dibujos del ensamblaje

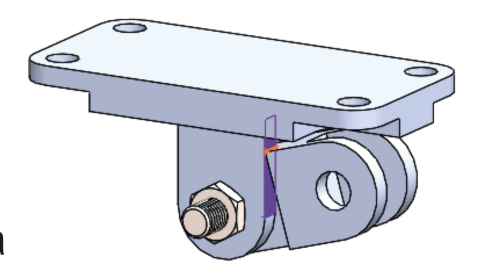


Complete el ensamblaje con emparejamientos de movimiento:

- Añada, y suprima, un emparejamiento de "soporte abajo", emparejando el plano de vista lateral del soporte con el de la base



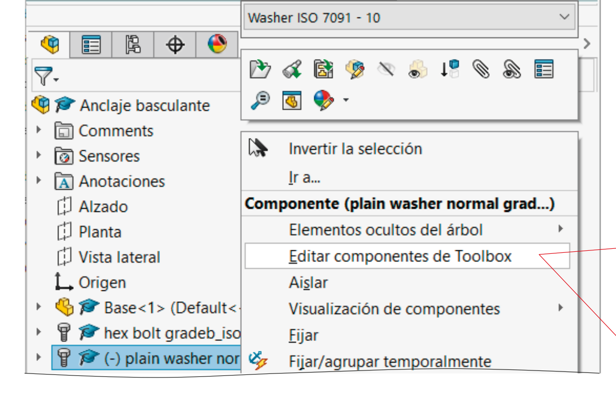
- Añada, y suprima, un emparejamiento de "soporte arriba", haciendo coincidente la cara lateral de una aleta con la arista del soporte que contacta con ella



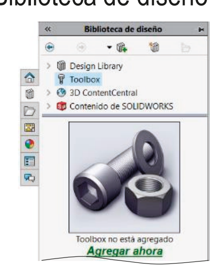
Ejecución: ensamblaje

Compruebe que el ensamblaje encaja bien:

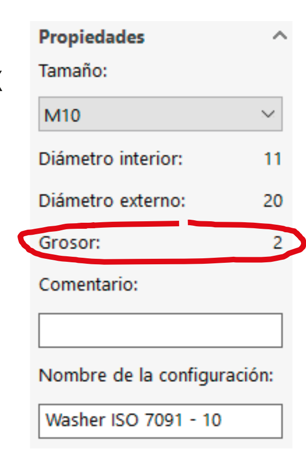
- Compruebe la anchura de las arandelas elegidas:
  - Edite la pieza del Toolbox:
    - Pulse el botón derecho del ratón para activar el menú contextual de la pieza
    - Seleccione el comando *Editar componente de Toolbox*



Si no se activa la opción de editar componentes de Toolbox, deberá agregar Toolbox desde la Biblioteca de diseño



  - Lea la anchura de la arandela en el diálogo de instanciación del Toolbox



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

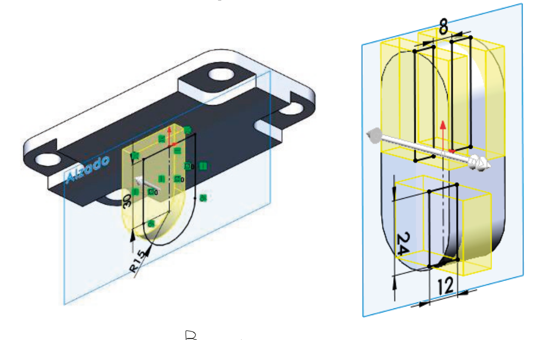
Ejecución: ensamblaje

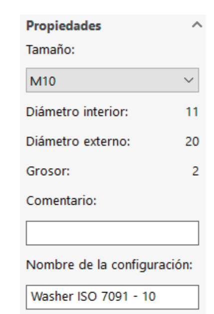
√ Compruebe que la suma de espesores de la oreja del soporte más las dos arandelas coincide con la separación entre aletas de la base:



S= 8 mm

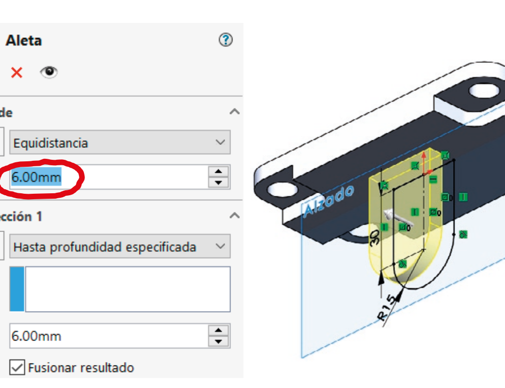
A= 2 mm





B= A+S+A

√ Si las medidas no coinciden, redimensione la separación entre aletas de la base



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

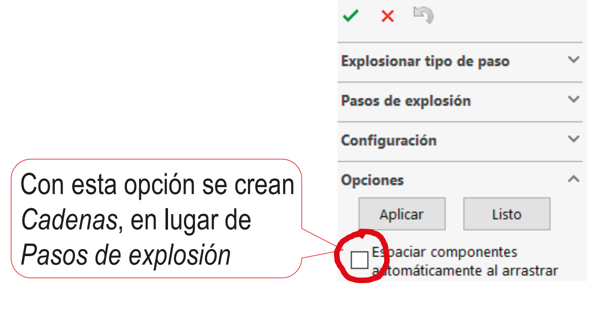
Obtenga el ensamblaje en explosión:

√ Abra el fichero del ensamblaje

√ Aplique el comando *Vista explosionada*



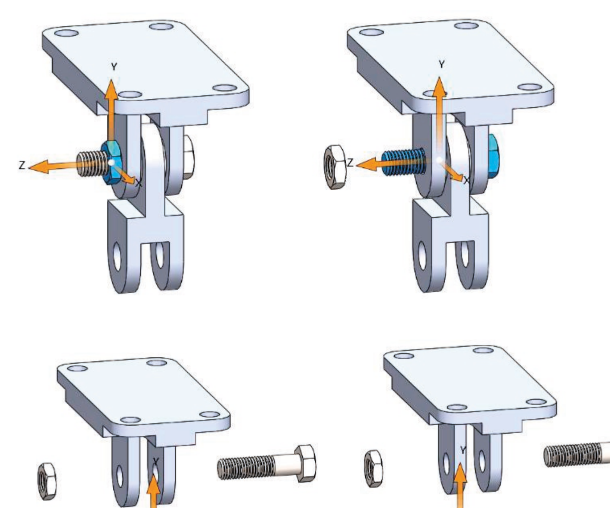
√ Desactive la opción de *Espaciar componentes automáticamente al arrastrar*

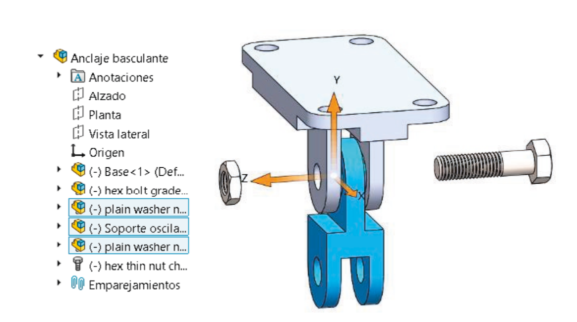


Con esta opción se crean *Cadenas*, en lugar de *Pasos de explosión*

√ Seleccione las piezas y arrastre sus asas con el ratón para mover las piezas en orden inverso al montaje

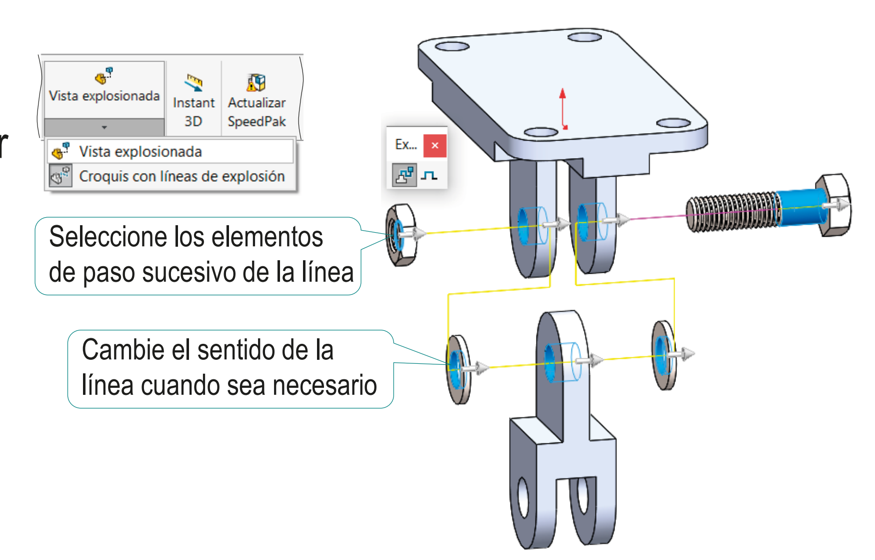
√ Mueva el soporte y las arandelas todos juntos, para separar luego las arandelas



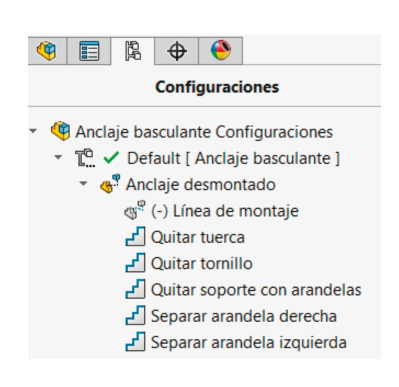


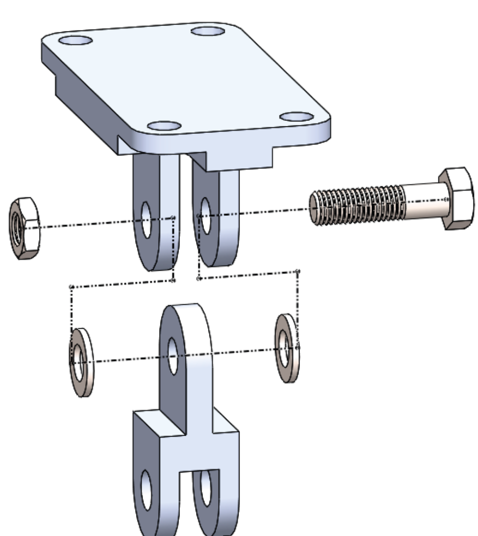
Ejecución: ensamblaje

√ Utilice el comando *Croquis con líneas de explosión* para marcar el trayecto de las piezas al desmontar



√ Renombre los pasos de la explosión





√ Guarde el ensamblaje con la configuración en explosión

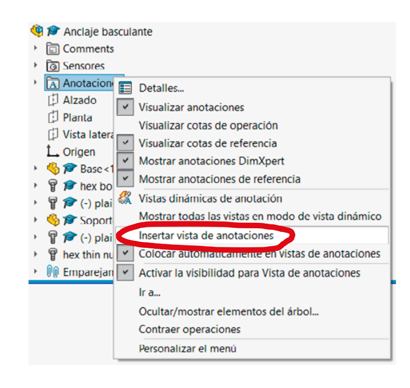
ISBN: 978-84-18951-43-5

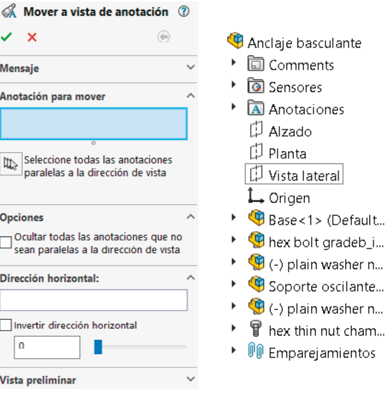
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

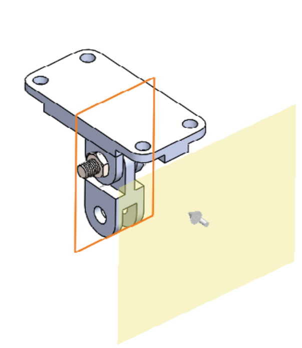
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Añada las anotaciones de montaje del ensamblaje:

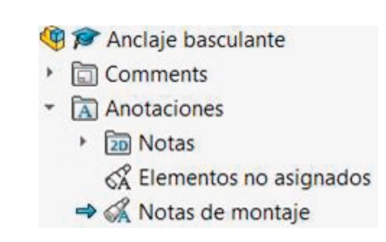
- Defina una vista de anotaciones paralela a la vista lateral:
  - Coloque el ratón sobre la carpeta de *Anotaciones*
  - Pulse el botón derecho para desplegar el menú contextual
  - Seleccione *Insertar vista de anotaciones*
  - Seleccione la vista lateral
  - Confirme la creación de la vista de anotaciones
  - Edite el nombre de la vista para llamarla "Notas de montaje"







- Active la vista de anotaciones *Notas de montaje*

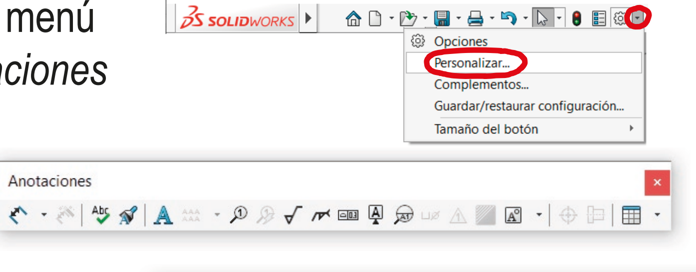


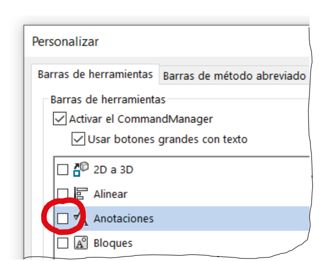
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

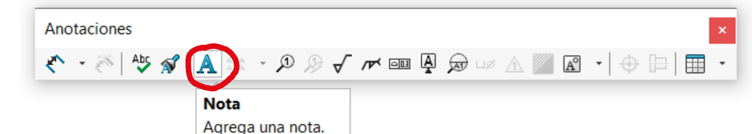
Ejecución: anotaciones

- Active el menú de *Anotaciones*

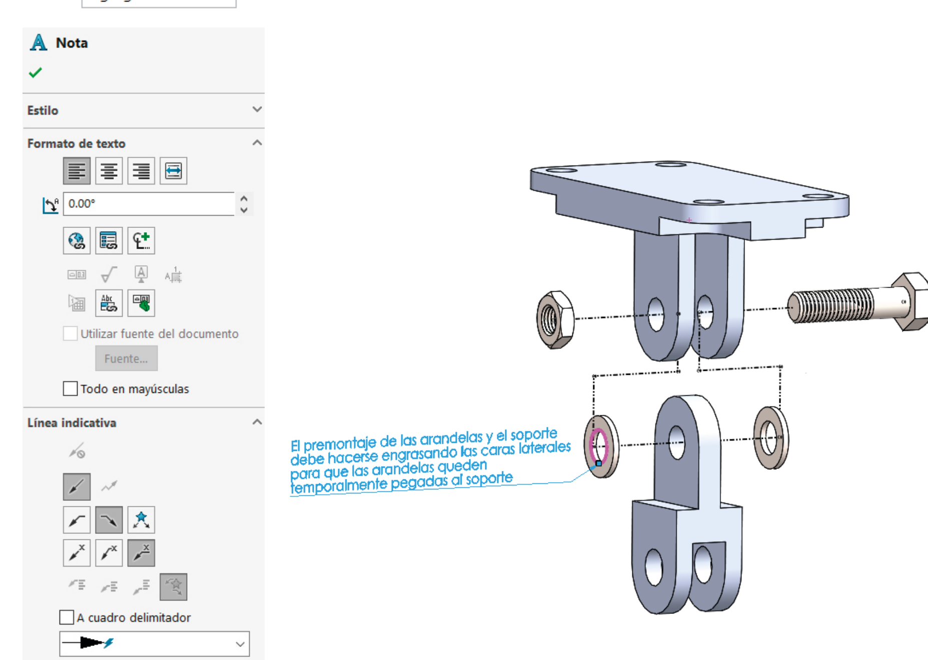




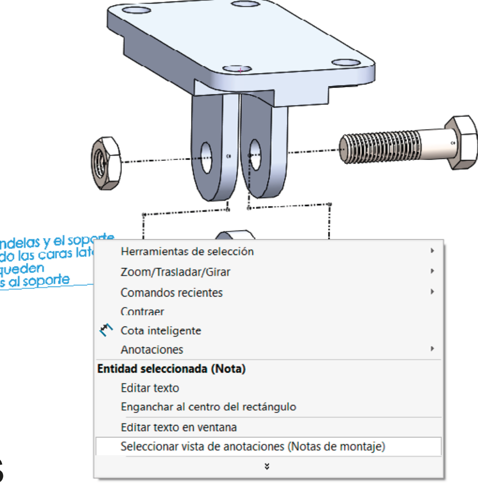
- Seleccione el comando *Nota*



- Seleccione el tipo de *Línea indicadora*
- Coloque la nota vinculando la punta de la flecha al elemento relacionado con el funcionamiento descrito por la nota
- Escriba el texto



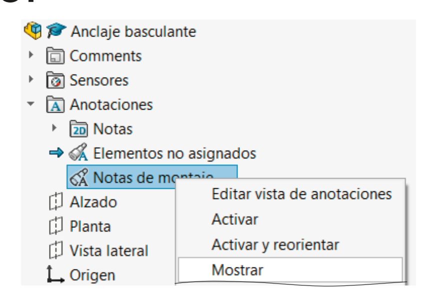
Si la anotación no se asigna a la vista de anotación correcta, seleccione la nota, y pulse el botón derecho para seleccionar su vista de anotaciones desde su menú contextual



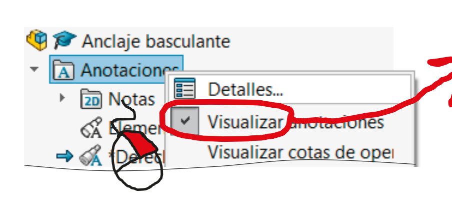


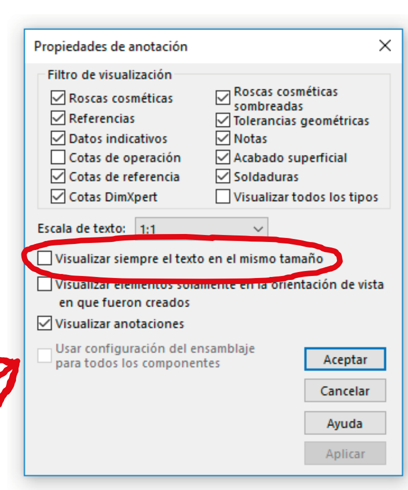
Para controlar la visualización de las anotaciones de diseño:

- En la carpeta de *Anotaciones*, muestre u oculte cada vista, para mostrar u ocultar sus anotaciones



- Fije el tamaño del texto a un valor constante en pantalla





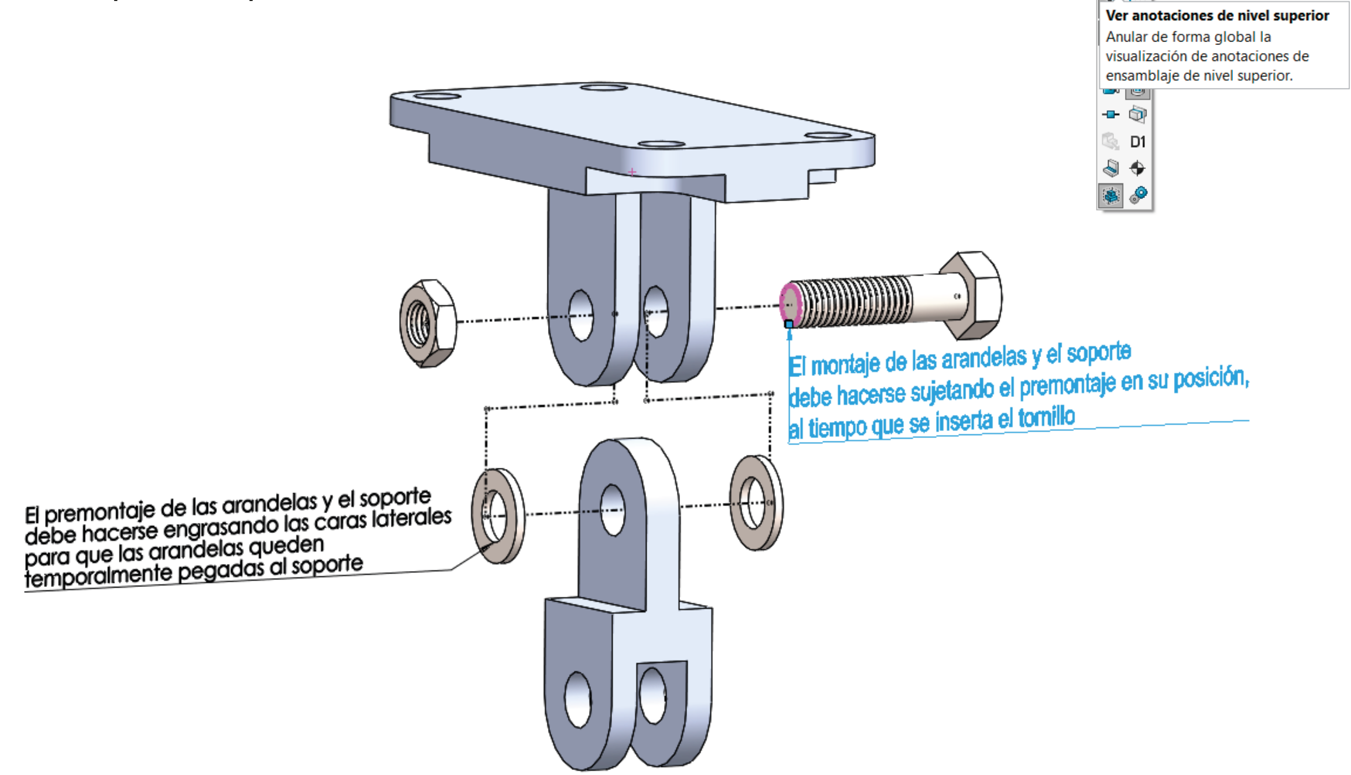
Ejecución: anotaciones

Repita el procedimiento para añadir la segunda nota al ensamblaje en explosión:

√ Inserte una nota

√ Vincule la nota al plano de anotaciones *Notas de montaje*

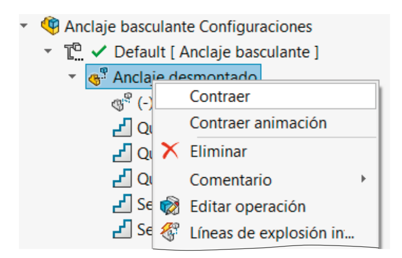
√ Compruebe que la visualización de anotaciones está activada



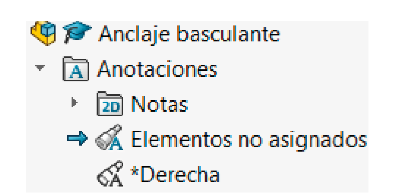
Ejecución: anotaciones

Añada la anotación de ajuste entre piezas:

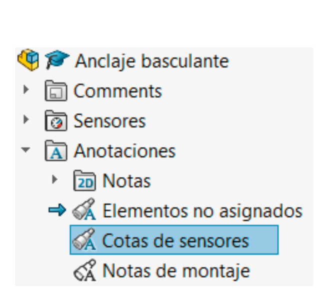
- √ Contraiga la explosión del ensamblaje



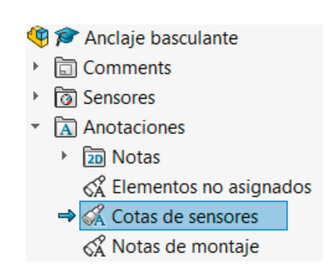
- √ Oculte la vista de notas *Notas de montaje*



- √ Cree una vista de notas paralela a la vista lateral y llamada "Cotas de sensores":
  - √ Seleccione Insertar vista de anotaciones
  - √ Seleccione la vista lateral
  - √ Confirme la creación de la vista de anotaciones



- √ Active la vista *Cotas de sensores*

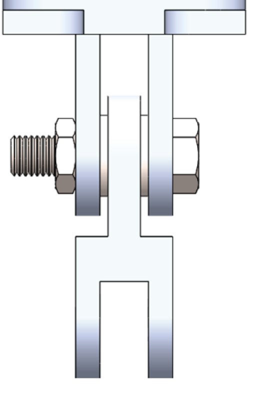


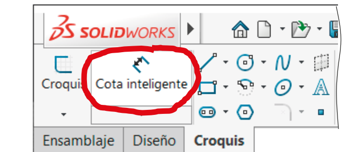
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones

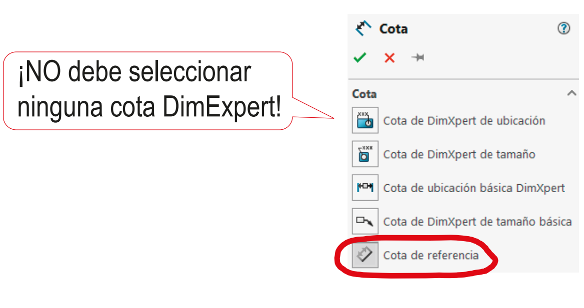
- Inserte una *cota de referencia* de separación entre aletas de la base:
  - Seleccione una vista lateral del ensamblaje
  - Seleccione el comando *Cota inteligente* del menú de croquis



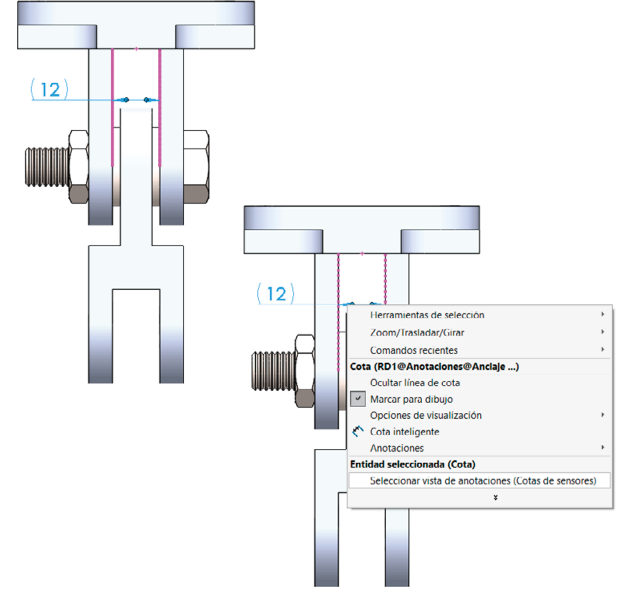


¡NO debe abrir ningún croquis!

  - Seleccione el tipo *Cota de referencia*



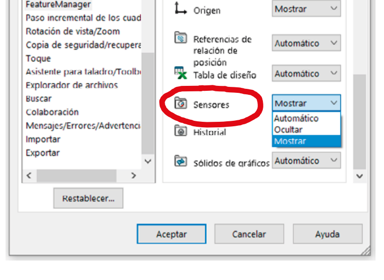
  - Seleccione las aletas de la pantalla para definir la cota
  - Compruebe que la cota se guarde en la vista de *Cotas de sensores*



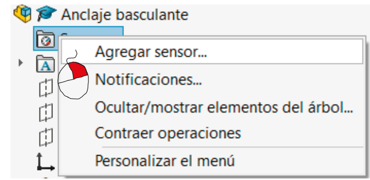
Ejecución: anotaciones

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
  - Modelado
  - Ensamblaje
  - **Anotaciones**
- Conclusiones

√ Cree un sensor vinculado a la cota:

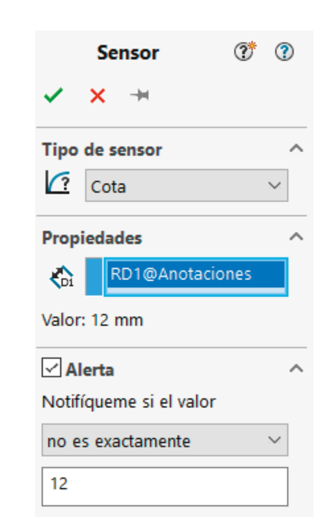


- Active la visualización de la carpeta de sensores
- Pulse el botón derecho sobre la carpeta de sensores para activar su menú contextual





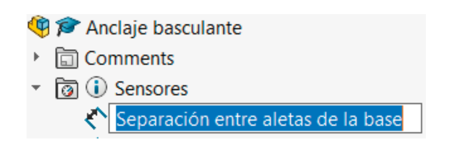
- Seleccione el comando *Agregar sensor*
- Defina el sensor de tipo *Cota*



- Vincule la cota con el sensor

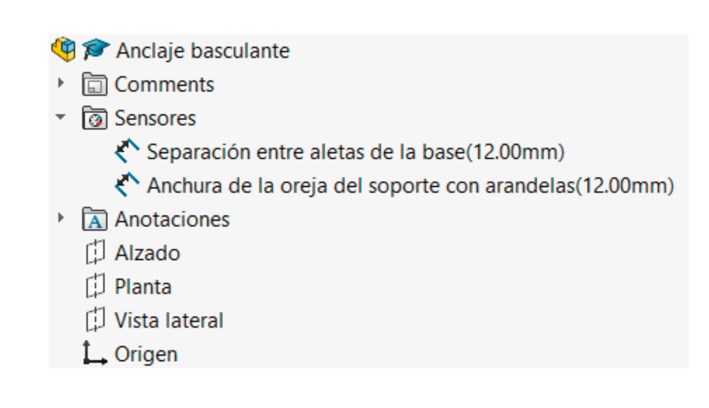
¡Si la cota no es de referencia (RD), no podrá vincularla!

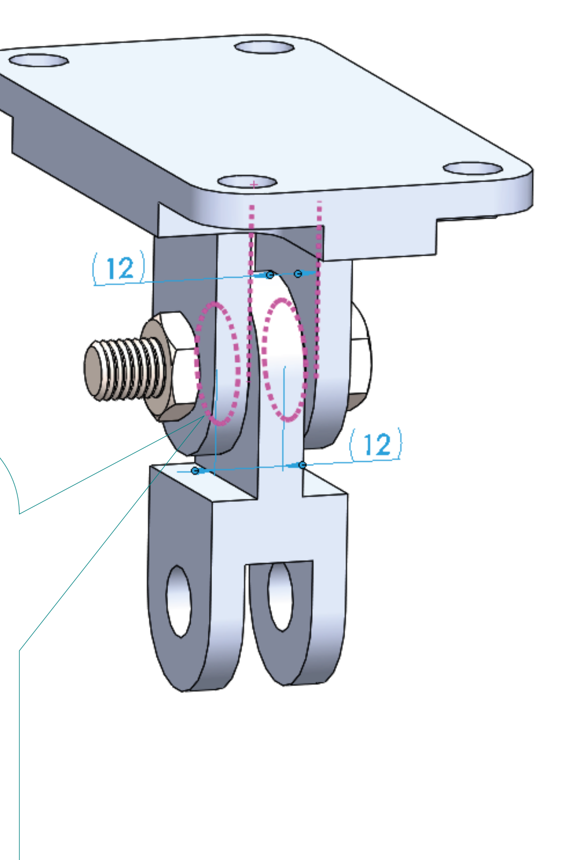
- Añada una alerta configurada para activarse cuando el valor de la cota sea diferente de 12 mm
- Cambie el nombre del sensor



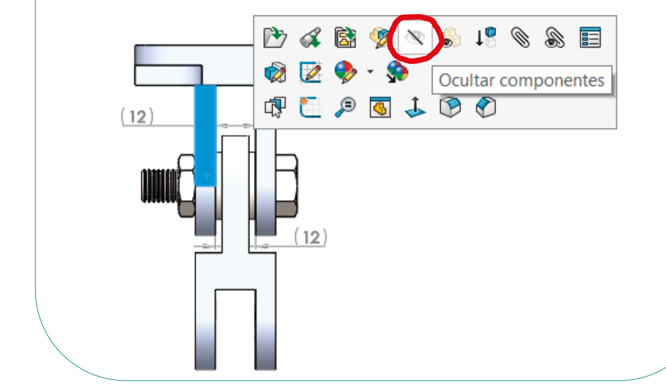
Ejecución: anotaciones

√ Repita el procedimiento para crear una segunda cota vinculada a un segundo sensor:





Para acotar la separación entre arandelas con comodidad, es conveniente ocultar temporalmente la base

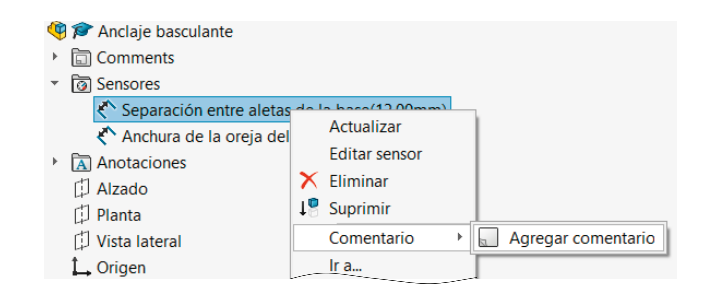


ISBN: 978-84-18951-43-5

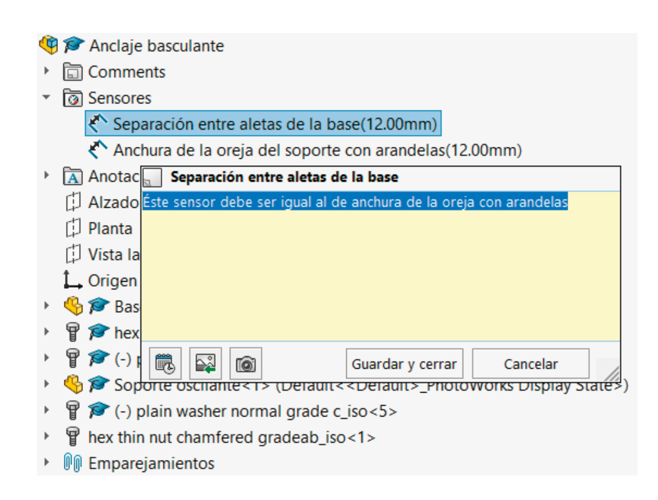
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotaciones

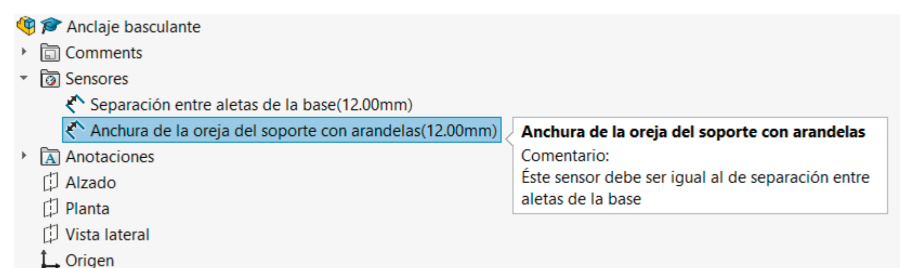
- Edite los sensores para añadir comentarios:
  - Pulse el botón derecho del ratón tras seleccionar un comentario
  - Seleccione *Agregar comentario*



  - Inserte un comentario para indicar que ambos sensores están vinculados



  - Repita el procedimiento con el otro sensor

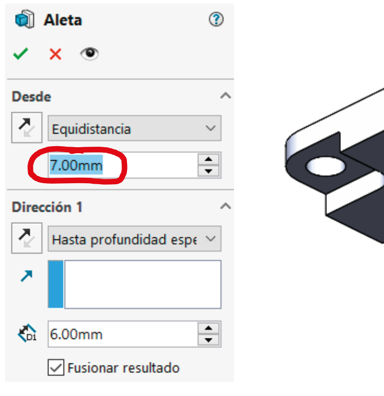


Ejecución: anotaciones

Edite la separación entre aletas de la base, para comprobar el funcionamiento de los sensores:

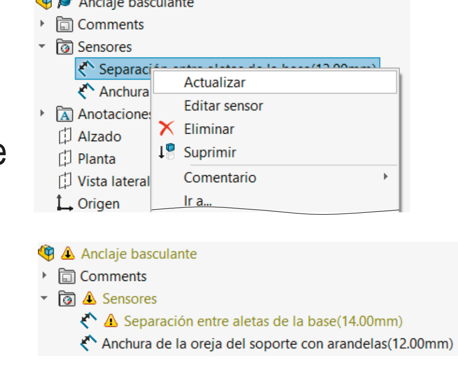
- Abra el modelo de la base y modifique la separación entre aletas a un valor de 14 mm

  7 mm desde el plano de simetría a cada aleta

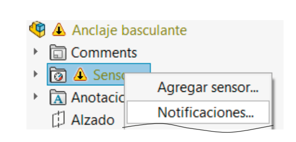


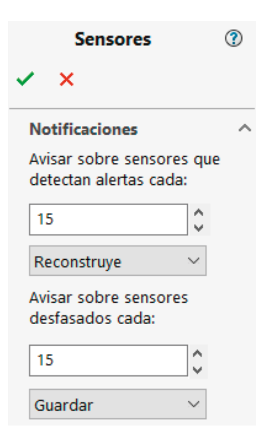
- Guarde el modelo modificado

- Abra el ensamblaje y compruebe el estado de los sensores:
  - Seleccione el sensor y fuerce su actualización
  - Compruebe que al actualizar aparece el mensaje



  - Modifique la configuración si quiere que los avisos sean instantáneos





Conclusiones

1. Las condiciones de ensamblaje afectan a las dimensiones de las piezas

2. A veces hay que rediseñar las piezas no comerciales, para adaptar sus medidas a las piezas estándar

3. Los modelos y ensamblajes pueden complementarse con anotaciones de diseño

4. Las anotaciones de diseño de texto plano se añaden con las herramientas de anotación

   Y se deben gestionar para que sean fácilmente visibles tanto en los modelos como en los dibujos

5. Las anotaciones de diseño dinámicas se añaden con sensores

   Los sensores se gestionan de forma similar al resto de anotaciones, pero en una carpeta separada

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejercicio 4.4.4. Polea ajustable

Tarea

Las figuras muestran una polea ajustable ensamblada y en explosión

Tareas:

A Obtenga los modelos de todas las piezas del producto

Utilizando los diseños de las páginas siguientes

B Obtenga el ensamblaje

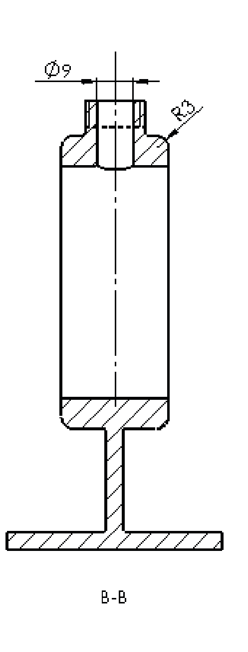
C Obtenga el documento planos, incluyendo tanto el dibujo de ensamblaje, como los dibujos de diseño de todas las piezas

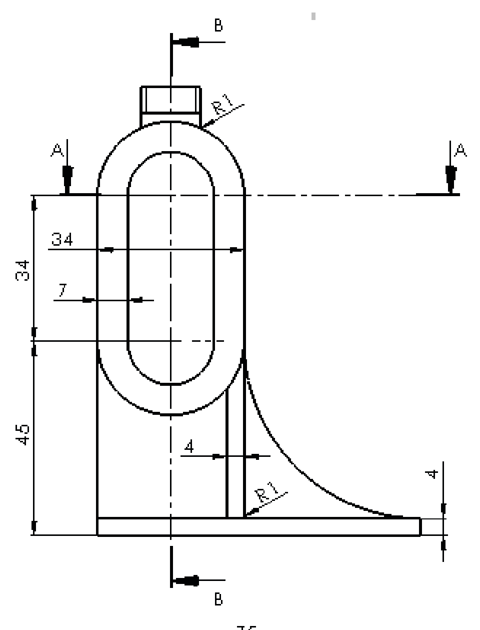
Muestre el ensamblaje montado y en explosión

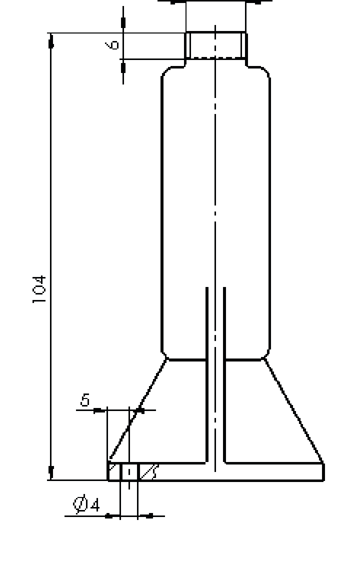
D Añada un dibujo de funcionamiento del ensamblaje, con anotaciones de texto explicando el funcionamiento del mecanismo regulador

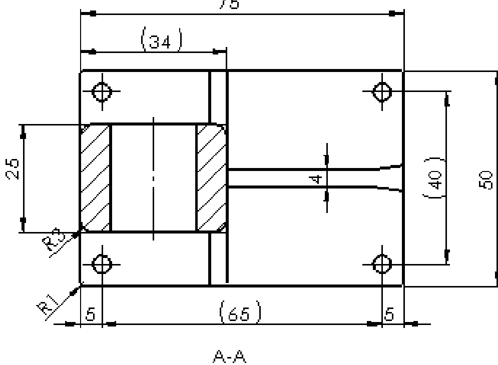
Tarea

La figura muestra el diseño de la base





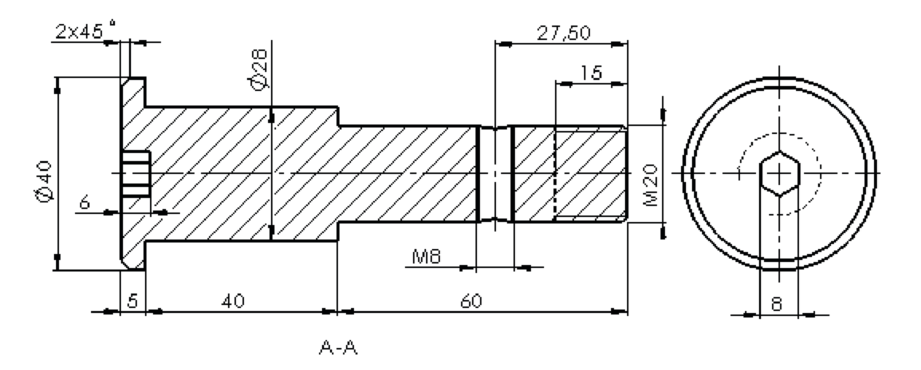


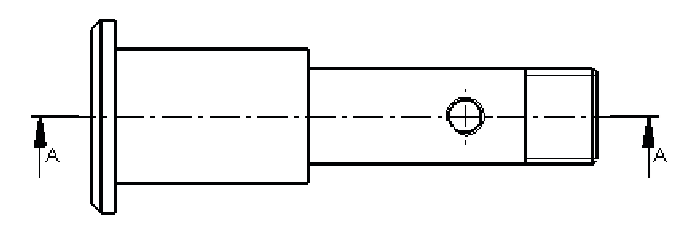


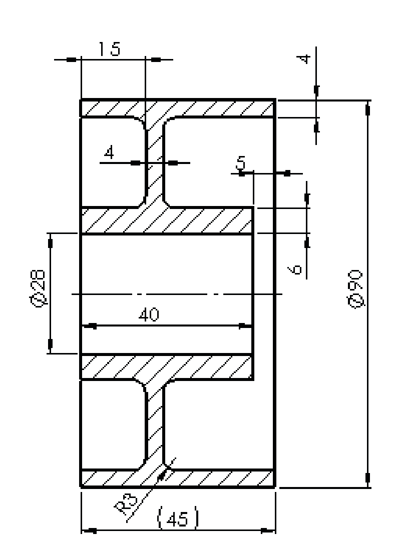
Tarea

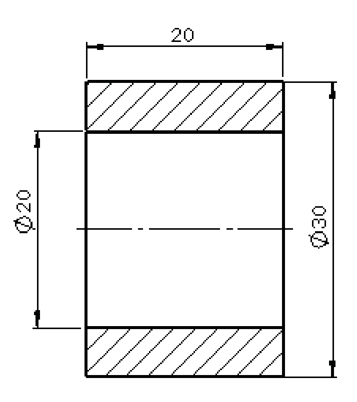
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Las figuras muestran los diseños de las piezas que componen el subconjunto de la rueda









Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Las figuras muestran los diseños de las piezas que gradúan la posición de la rueda

Las piezas comerciales que completan el ensamblaje son:

- Arandela tipo Washer ISO 7089 - M20
- Tuerca tipo Hexagon Thin Nut ISO - 4035 - M20

Estrategia

La estrategia consta de cinco pasos:

1 Modele las piezas no estandar

2 Ensamble los subconjuntos funcionales:

- ✓ El eje, la rueda y el casquillo se ensamblan conjuntamente en la base
- ✓ El subconjunto rueda se inserta en la base y se regula mediante la varilla y el capuchón, y se sujeta mediante la arandela y la tuerca

3 Obtenga los dibujos de ensamblaje, sub-ensamblaje y piezas

4 Seleccione una ordenación para organizar el conjunto de dibujos:

- ✓ El plano 1 es el del ensamblaje principal
- ✓ El plano 1.i corresponde al componente i-esimo del ensamblaje principal
- ✓ El plano del subconjunto rueda se marca como componente del ensamblaje principal (como plano 1.2)
- ✓ Los planos de las piezas del subconjunto rueda se numeran como 1.2.j, donde j es la marca de la pieza dentro del subconjunto

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

5 Añada las anotaciones que explican el funcionamiento:

- Analice el funcionamiento para describir escuetamente el proceso de regulación de la posición de la rueda:
  - La varilla roscada actúa como un tornillo sinfín, de forma que su giro provoca el desplazamiento del eje en cuyo agujero está roscada
  - Para que el eje pueda deslizar, previamente hay que aflojar la tuerca que lo sujeta firmemente a la base
  - Tras ajustar la nueva posición, hay que volver a asegurar el eje volviendo a apretar la tuerca
- Inserte las correspondientes anotaciones

Se pueden añadir en el modelo, para exportarlas despues a los dibujos…

…o se pueden añadir directamente a los dibujos

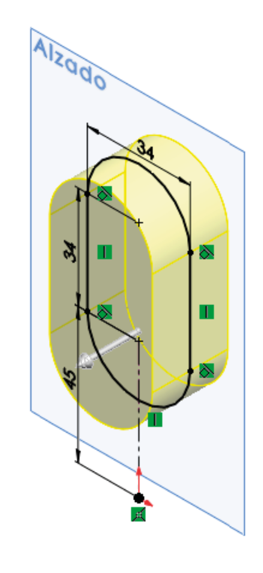
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

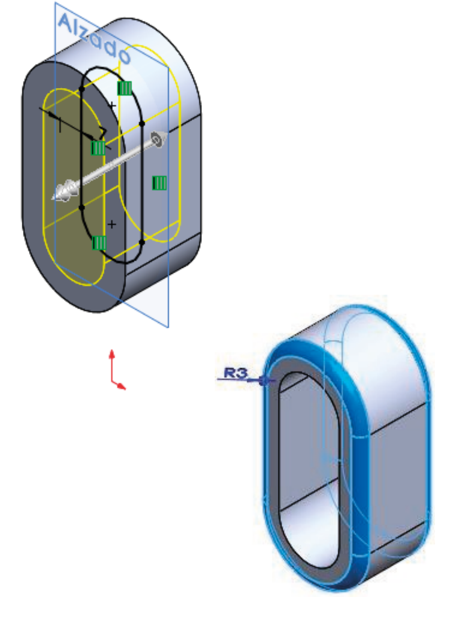
Modele la base:

√ Obtenga la forma principal por extrusión de un perfil dibujado en el alzado



√ Añada la ranura colisa

√ Añada el redondeo

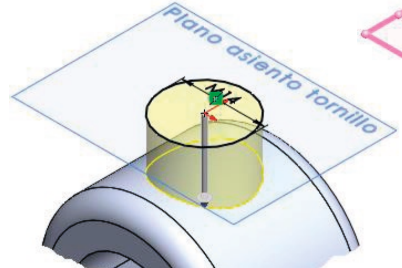


Ejecución

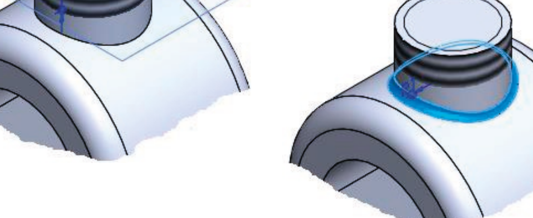
√ Defina un plano datum en la posición de la boca del asiento del tornillo



√ Obtenga la boquilla para la varilla

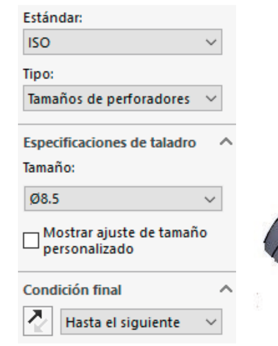


√ Añada la rosca cosmética para el capuchón



√ Añada el redondeo

√ Taladre la boquilla





Ejecución

√ Obtenga la base por extrusión

√ Redondee las esquinas

√ Añada un taladro

√ Obtenga el resto de taladros por simetría local de la placa de la base

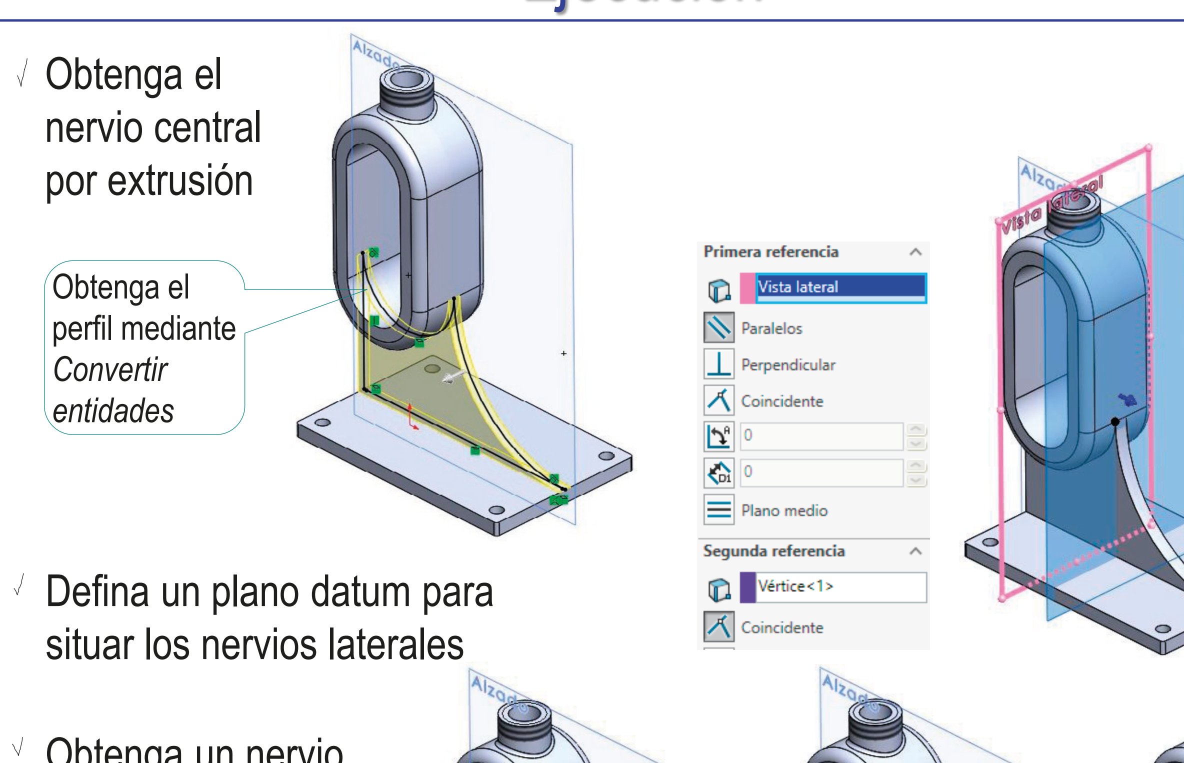
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
- Conclusiones

√ Obtenga el nervio central por extrusión

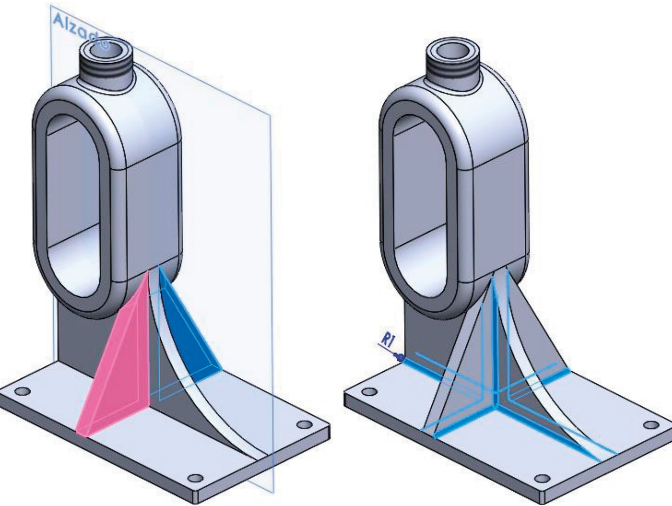


√ Defina un plano datum para situar los nervios laterales

√ Obtenga un nervio lateral por extrusión

√ Obtenga el otro nervio por simetría

Redondee los asientos de los nervios



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Modele el eje:

√ Obtenga la forma principal por revolución de un perfil dibujado en el alzado

√ Añada la rosca cosmética

√ Añada la ranura hexagonal Allen

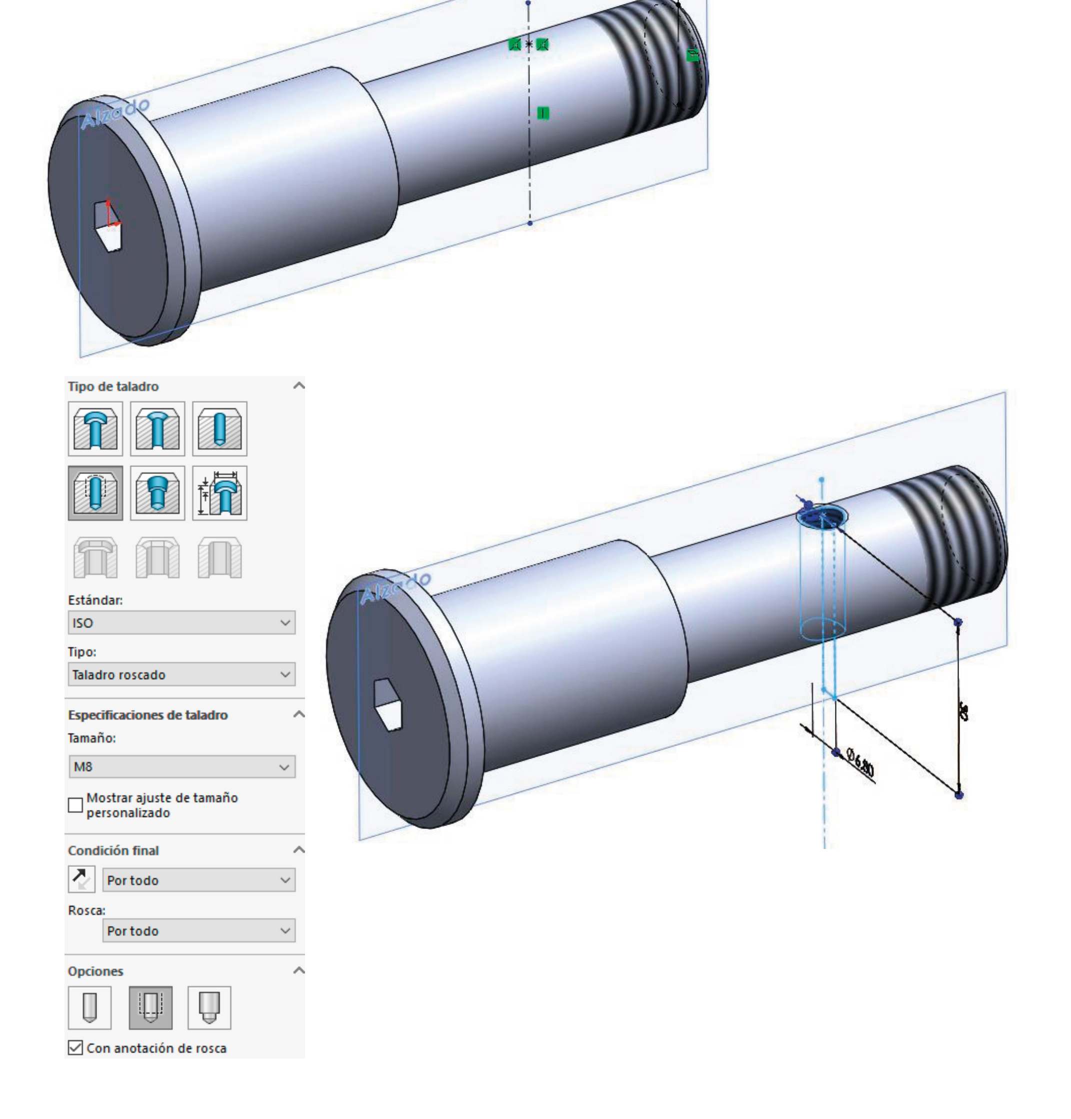
√ Añada el chaflán de la cabeza

√ Añada el chaflán de la caña

Ejecución

√ Dibuje un croquis auxiliar para definir la posición del taladro

√ Añada el taladro

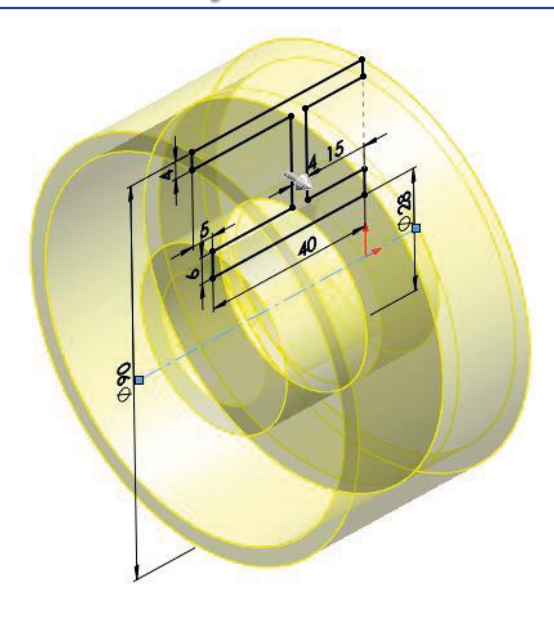


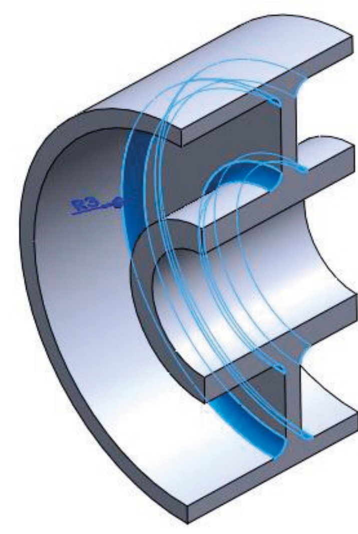
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Modele la rueda:

√ Obtenga la forma principal por extrusión de un perfil dibujado en el alzado

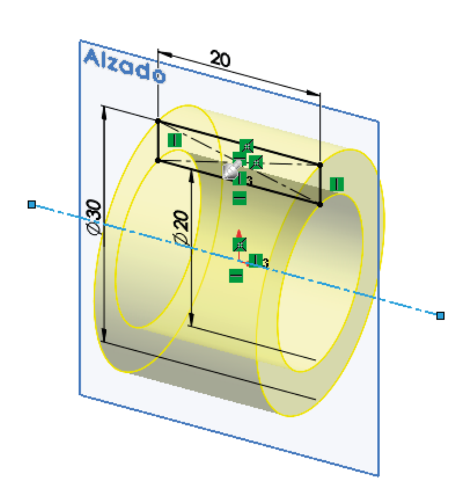




√ Añada los redondeos

Modele el casquillo:

√ Obtenga la forma por extrusión de un perfil dibujado en el alzado



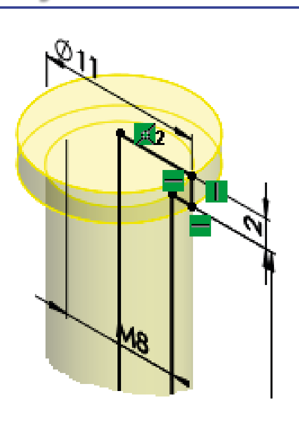
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

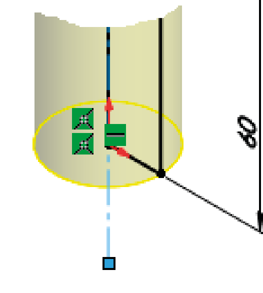
Modele la varilla roscada:

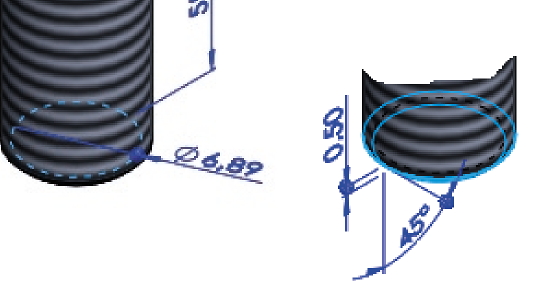
√ Obtenga la forma principal por extrusión de un perfil dibujado en el alzado



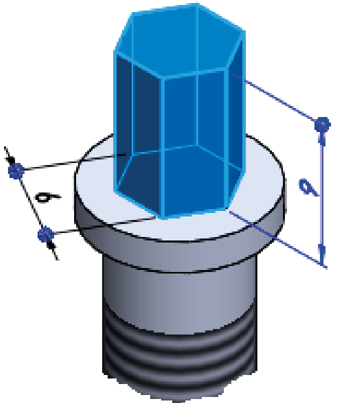
√ Añada la rosca cosmética

√ Añada el chaflán





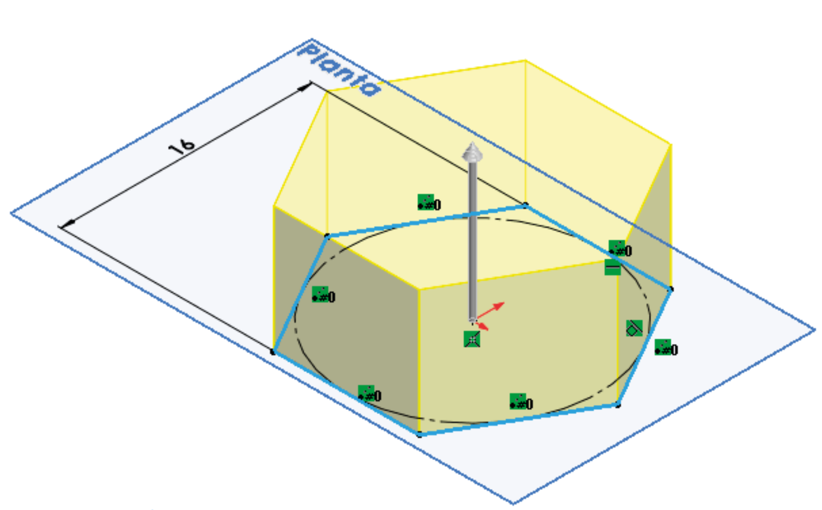
√ Obtenga la cabeza por extrusión de un perfil hexagonal



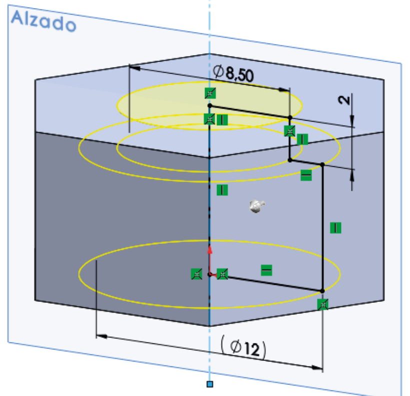
Ejecución

Modele el capuchón:

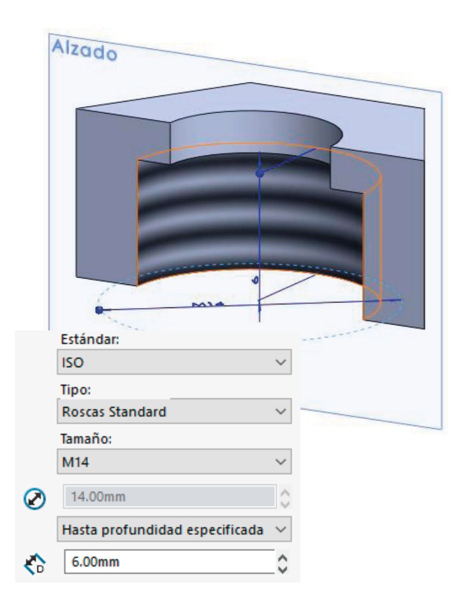
√ Obtenga la forma prismática por extrusión de un perfil hexagonal dibujado en la planta



√ Añada el agujero por revolución de un perfil dibujado en el alzado



√ Añada la rosca cosmética



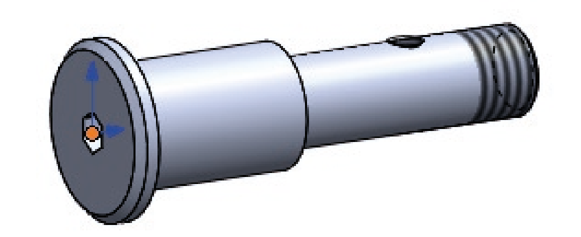
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

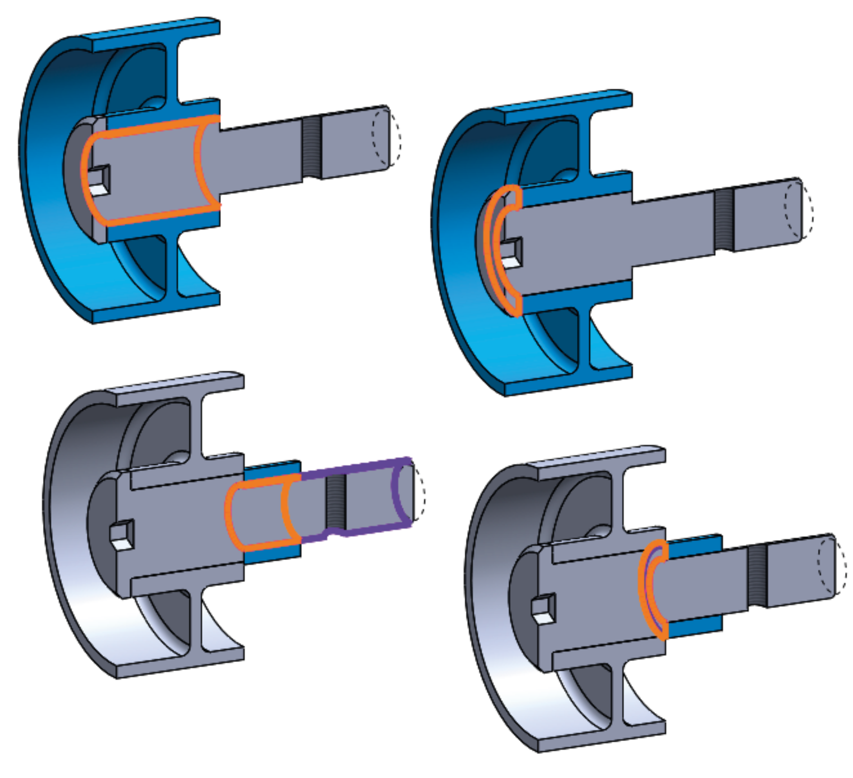
Ensamble el subconjunto de la rueda:

- Coloque el eje como pieza base

Emparejando su origen con el origen del ensamblaje



- Añada la rueda
  - Empareje el agujero de su cubo con el tramo de ø28 del eje
  - Empareje la cara interior de la cabeza del eje con la cara lateral del cubo de la rueda
- Añada el casquillo
  - Haga concéntricos el agujero del casquillo y el tramo del eje de ø20
  - Apoye la cara lateral del casquillo sobre el escalón del eje entre los tramos de ø20 y ø28



ISBN: 978-84-18951-43-5

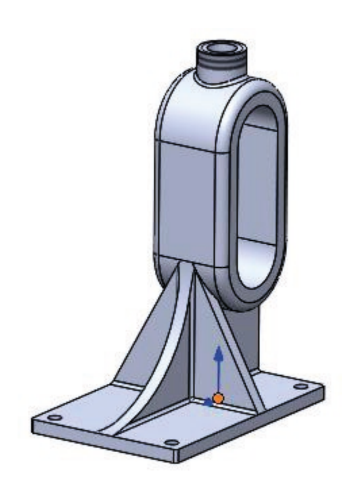
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ensamble el conjunto principal:

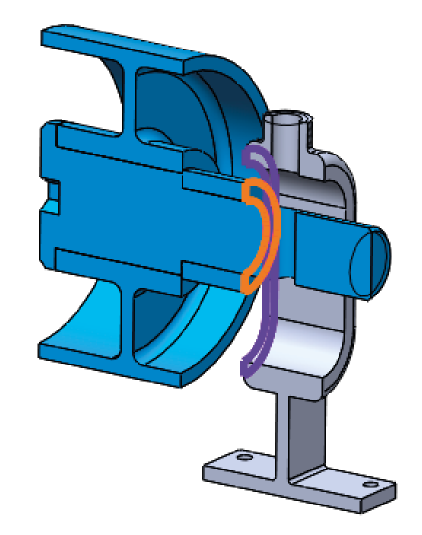
- Coloque la base como pieza base

Emparejando su origen con el origen del ensamblaje



- Añada el subconjunto rueda
  - Apoye la cara lateral del casquillo sobre la cara lateral de la ranura colisa de la base

No se añaden más restricciones para simular el ajuste en altura mediante la varilla roscada



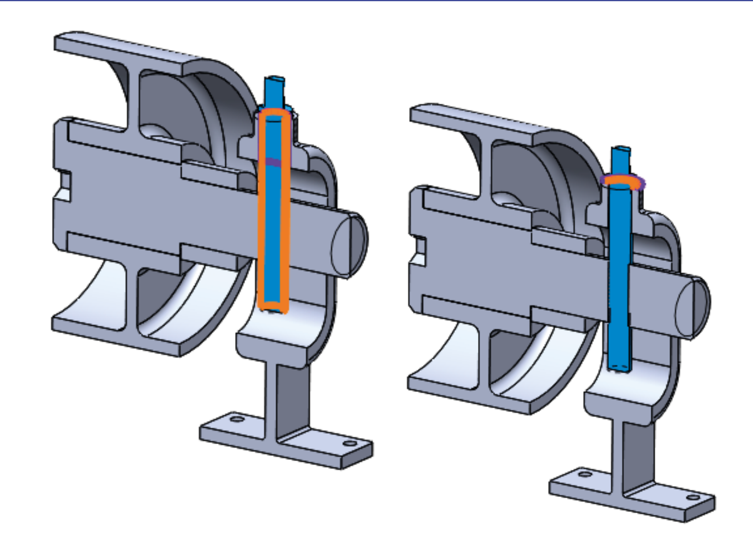
ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Añada la varilla roscada

√ Empareje el agujero superior de la base con la varilla

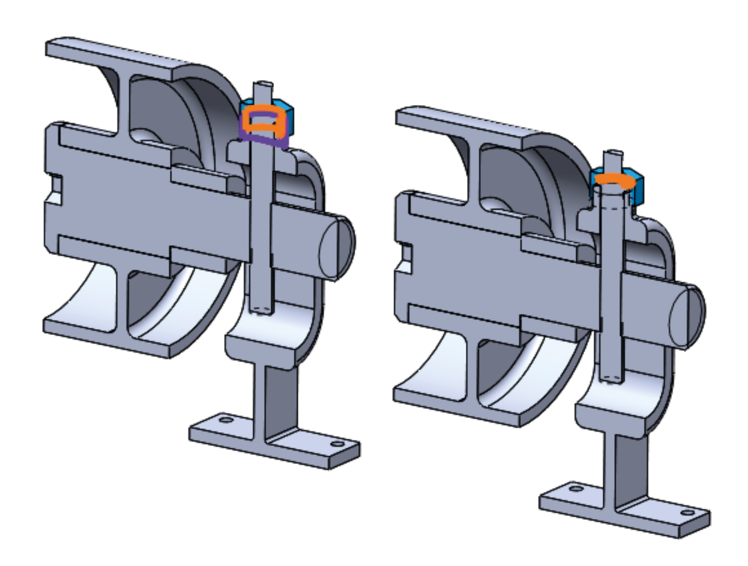
√ Apoye el escalón de la varilla en la boca del agujero



Añada el capuchón

√ Empareje la rosca del agujero superior con la del capuchón

√ Apoye el fondo del capuchón en el escalón de la varilla



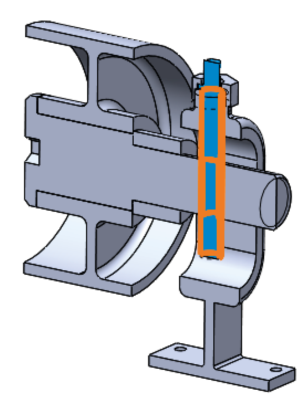
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

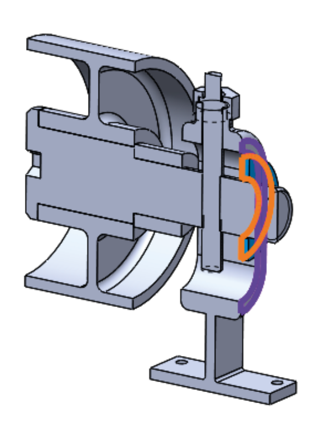
- Empareje el agujero del eje con la varilla roscada

  Para simular el movimiento de guiado del eje a través de la rosca de la varilla



- Añada la arandela

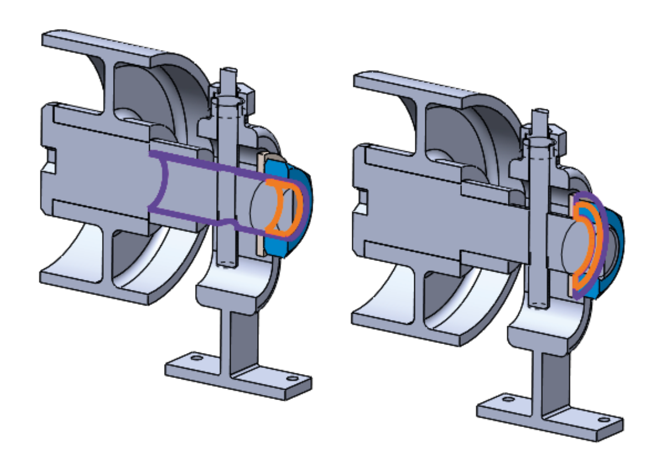
  - Apoye la cara lateral de la arandela sobre la cara lateral del agujero coliso de la base



Añada la tuerca

  - Empareje la rosca de la tuerca con la del eje

  - Apoye el lateral de la tuerca sobre el de la arandela



ISBN: 978-84-18951-43-5

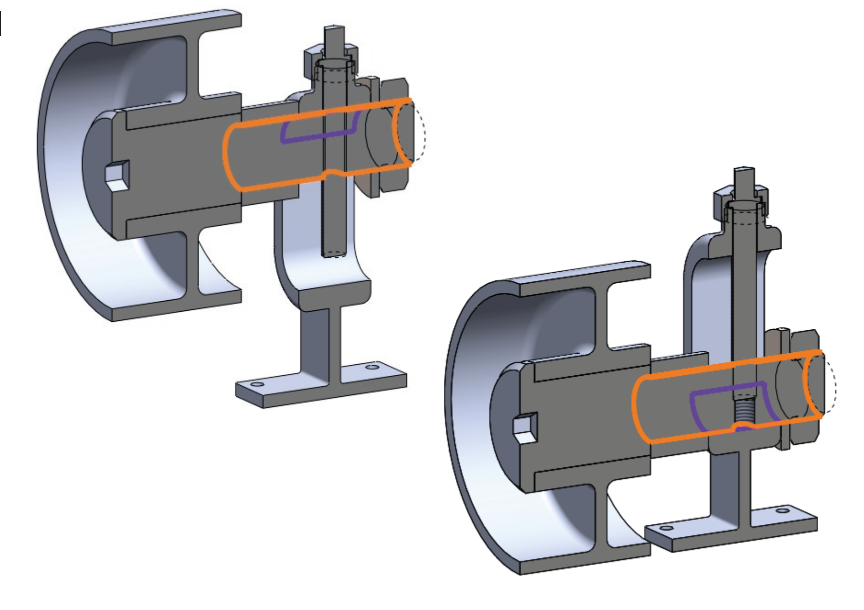
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
- Conclusiones

√ Añada emparejamientos cosméticos para simular las posiciones extremas de regulación del eje:

- √ Apoye la superficie cilíndrica del eje en el tramo cilíndrico superior de la ranura de la base
- √ Suprima el emparejamiento
- √ Apoye la superficie cilíndrica del eje en el tramo cilíndrico inferior de la ranura de la base
- √ Suprima el emparejamiento



- √ Separe claramente los emparejamientos que simulan la regulación

Relaciones de posición
- Alinear origen (Base<1>,Origen)
- Subconjunto rueda
- Varilla roscada
- Capuchón
- Regular posición
  - Subconjunto roscado en varilla (Subensamblaje rueda<2>,Varilla roscada<1>)
  - Subensamblaje arriba (Base<1>,Subensamblaje rueda<2>)
  - Subensamblaje abajo (Base<1>,Subensamblaje rueda<2>)
- Arandela
- Tuerca

ISBN: 978-84-18951-43-5

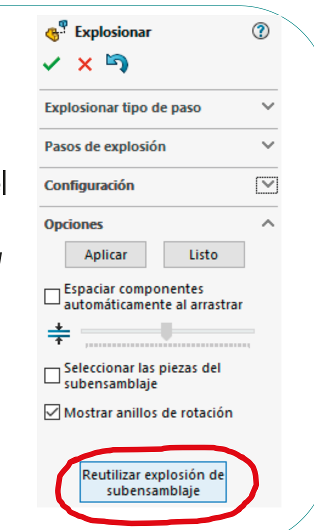
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Obtenga una vista del ensamblaje en explosión:

√ Abra el fichero del ensamblaje

Para que el subconjunto quede explosionado, deberá realizar la explosión en el fichero del subconjunto, para luego *Reutilizar la explosión del subensamblaje*

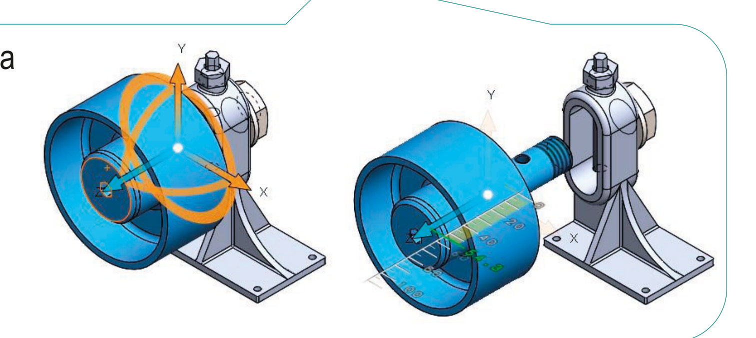


√ Seleccione *Vista explosionada*



√ Coloque cada pieza en la posición deseada

Arrastre cada pieza hasta la posición deseada, mediante las asas del editor de explosión



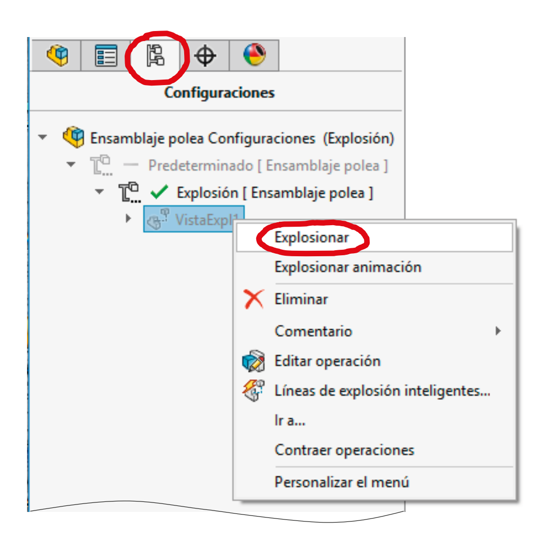
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

√ Observe que la explosión se guarda como una configuración, que se puede activar y desactivar a voluntad



√ Compruebe que las piezas explosionadas queden bien visibles desde la dirección de visualización elegida para la vista del dibujo

Ejecución

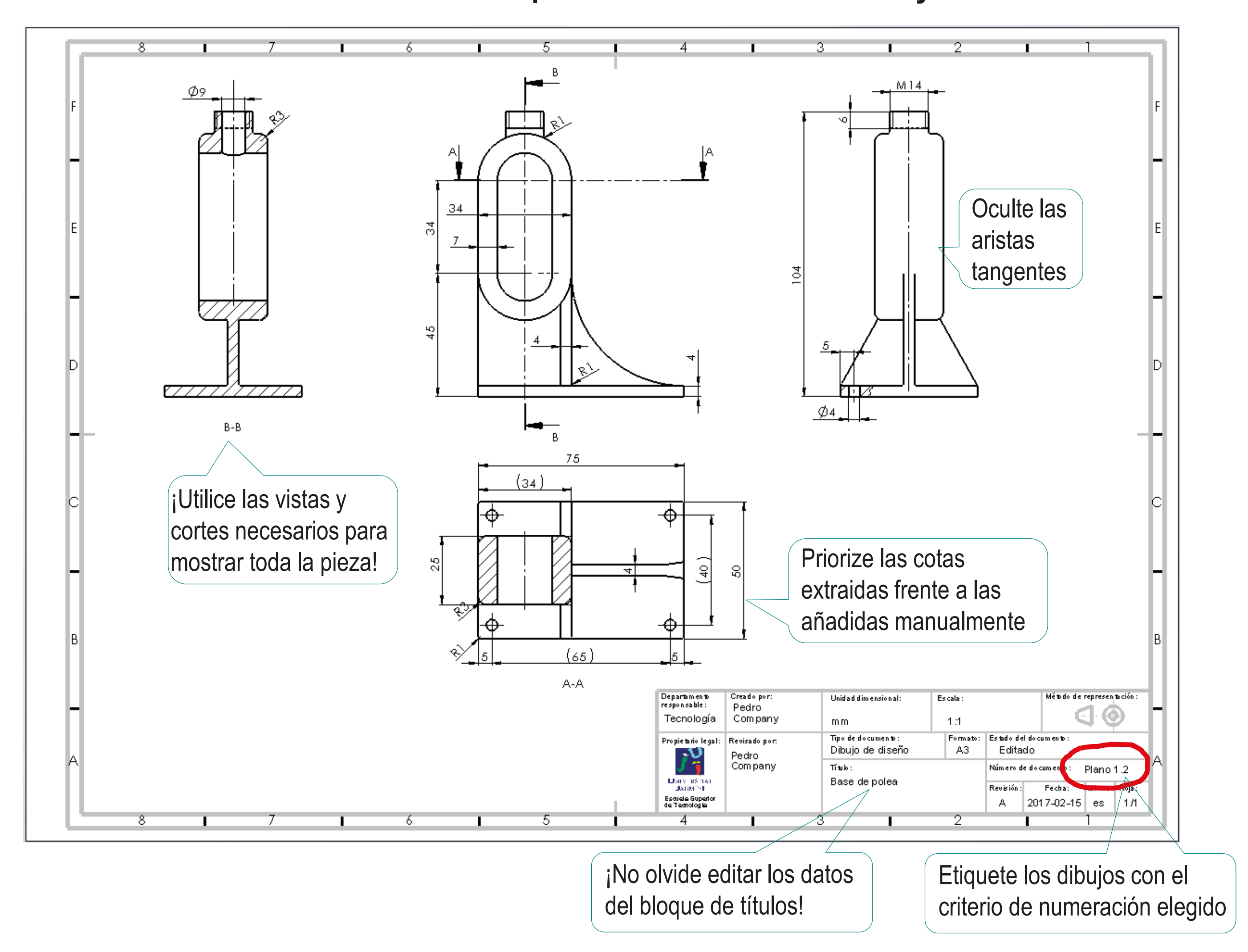
Tarea

Estrategia

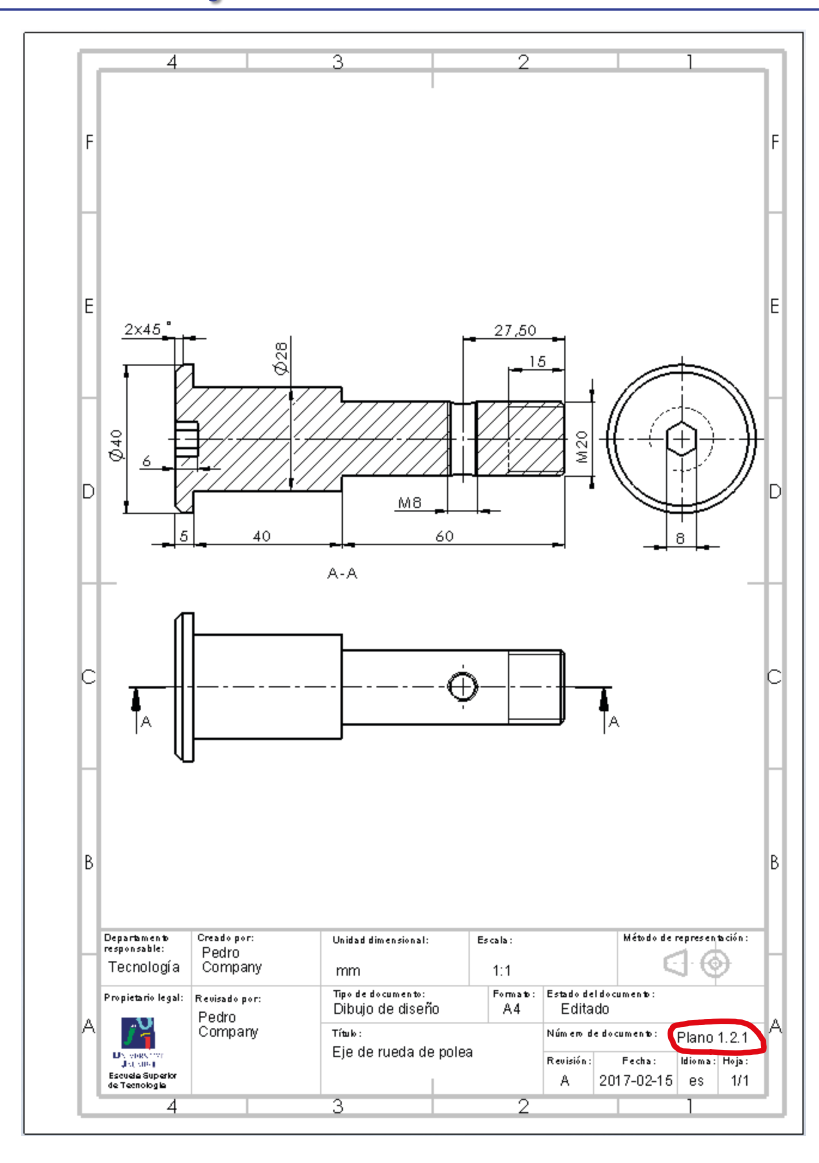
Ejecución

Conclusiones

Utilice un formato estándar para obtener el dibujo de la base:



Obtenga el dibujo del eje:



Obtenga el dibujo de la rueda:

Edite la vista para ocultar las aristas tangentes

Seleccionar otra
Herramientas de selección
Zoom/Trasladar/Girar
Comandos recientes
Componente (Rueda)
Visualizar/ocultar
Fuente de línea de componente...
Vista (Vista de dibujo3)
Bloquear posición de vista
Bloquear enfoque de vista
Vista de sección isométrica
Alineación
Restablecer visibilidad de croquis
Arista tangente
Saltar a vista padre
Comentario
Reemplazar modelo
Convertir vista a croquis

Aristas tangentes visibles
Aristas tangentes con fuente
Sin aristas tangentes
Ocultar extremos

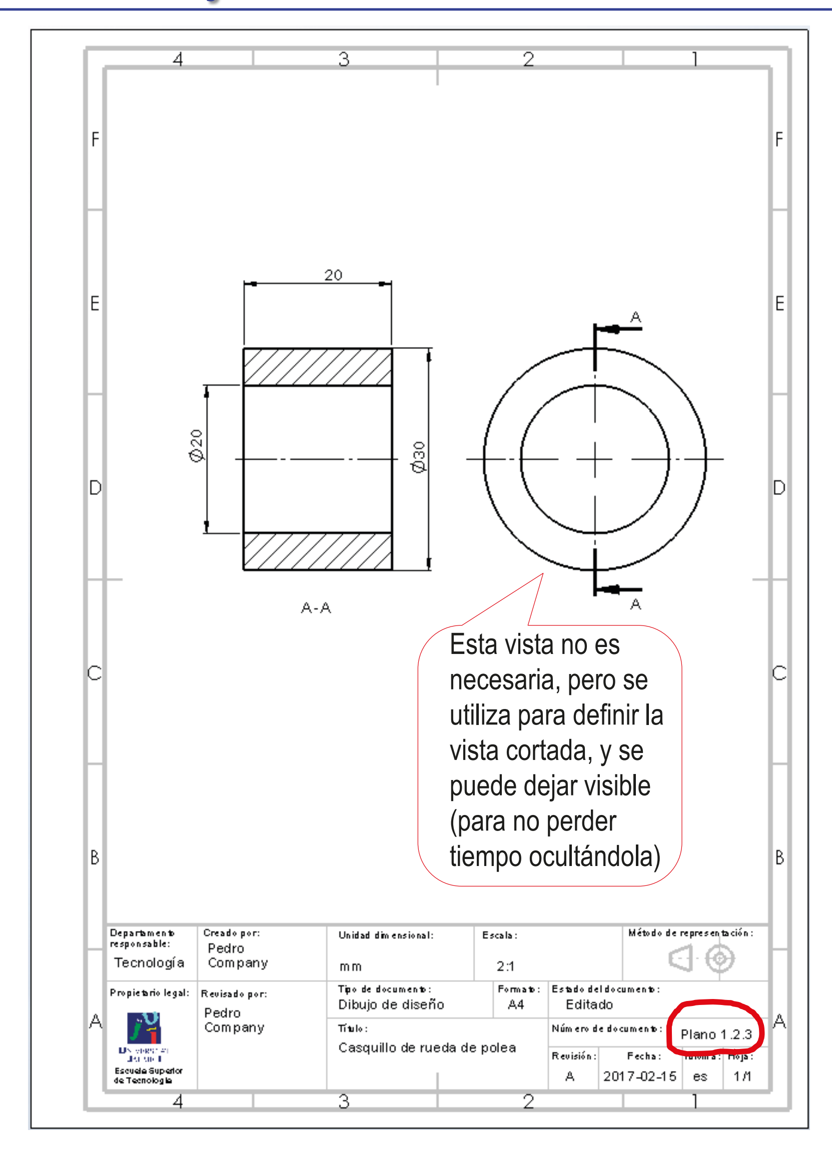
Observe que las aristas tangentes dificultan la interpretación de la vista

Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Pedro Company	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación:
Propietario legal: Universitat Jaume I, Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Pedro Company	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado
		Título: Rueda de polea		Número de documento: Plano 1.2.2
				Revisión: A · Fecha: 2017-02-15 · Idioma: es · Hoja: 1/1

ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

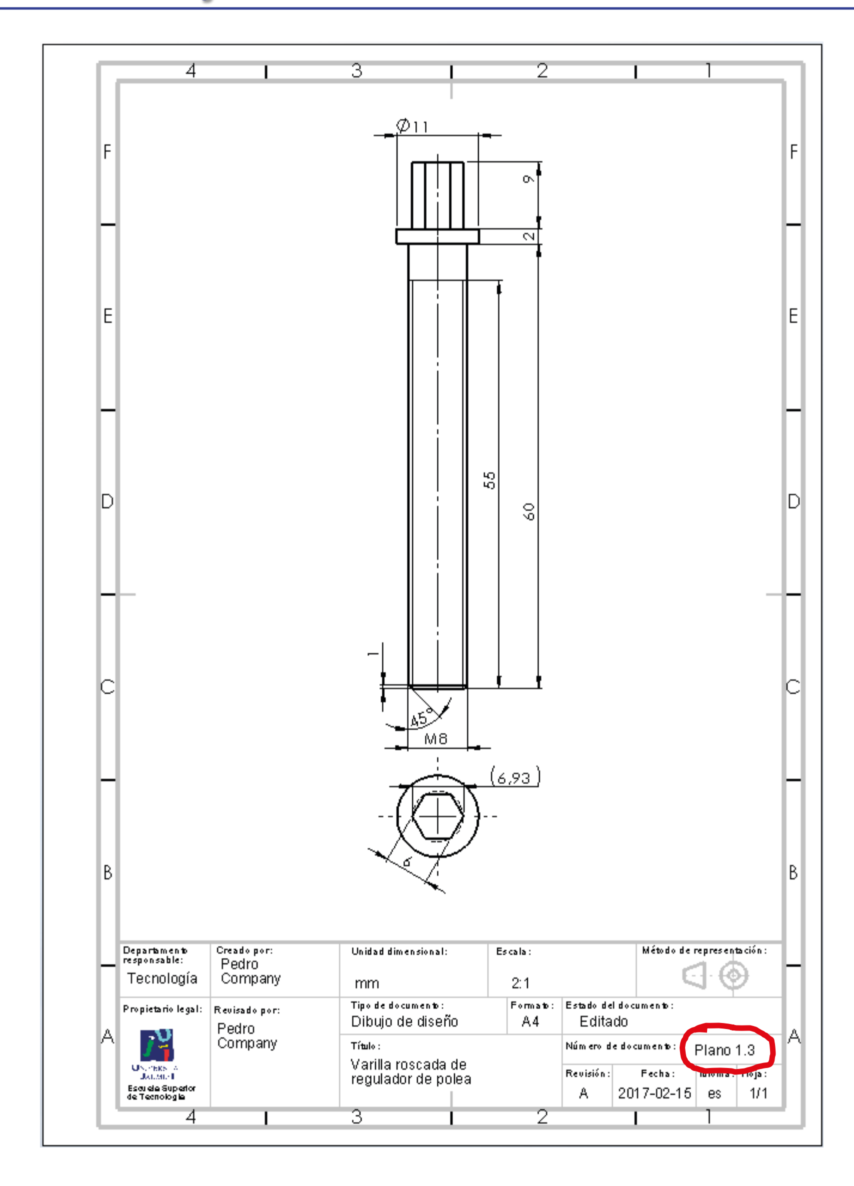
Obtenga el dibujo del casquillo:

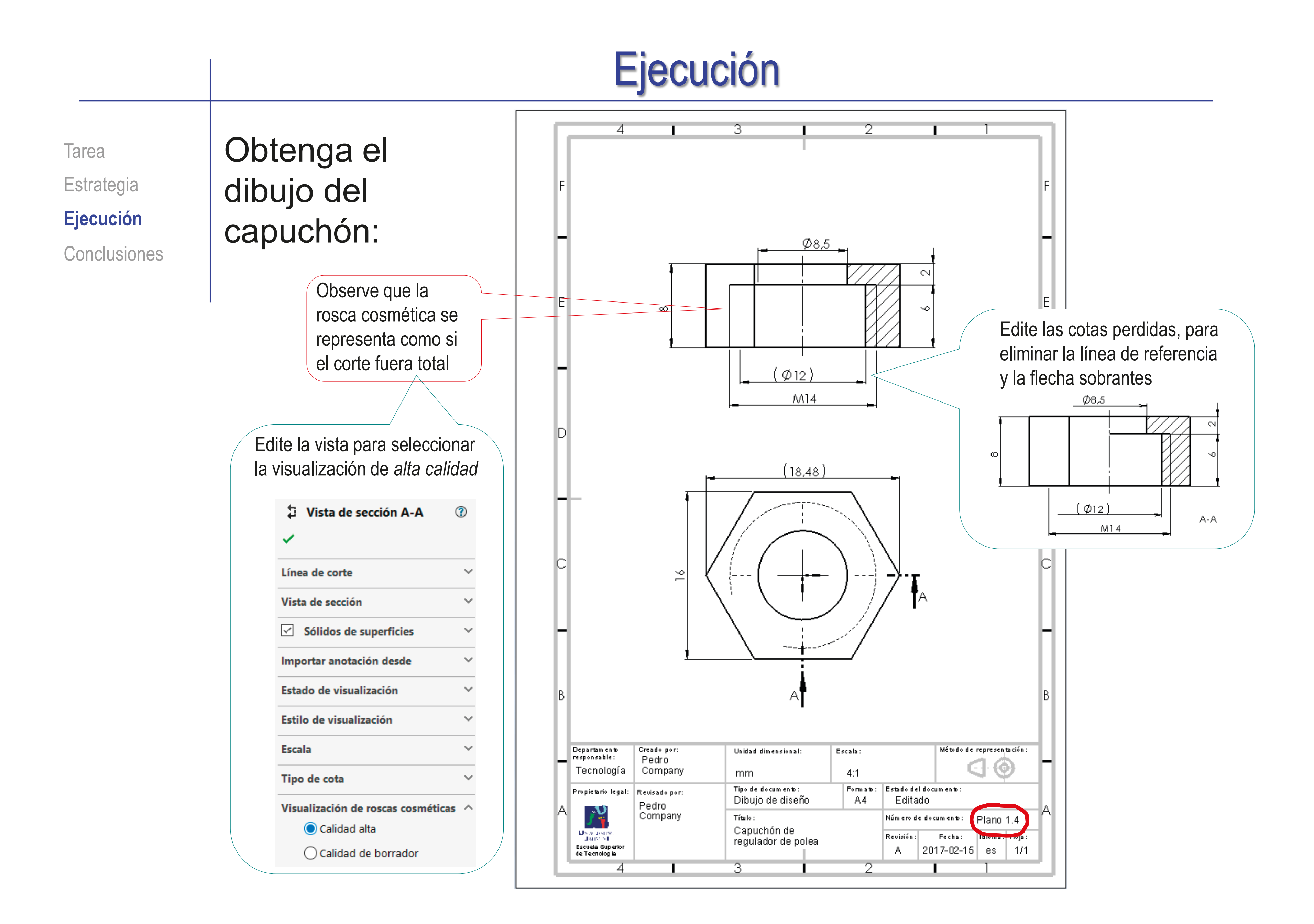


ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Obtenga el dibujo de la varilla roscada:




Ejecución
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Obtenga el dibujo del capuchón:
Observe que la rosca cosmética se representa como si el corte fuera total
Edite la vista para seleccionar la visualización de alta calidad
Vista de sección A-A
Línea de corte
Vista de sección
Sólidos de superficies
Importar anotación desde
Estado de visualización
Estilo de visualización
Escala
Tipo de cota
Visualización de roscas cosméticas
Calidad alta
Calidad de borrador
Edite las cotas perdidas, para eliminar la línea de referencia y la flecha sobrantes
Ø8,5
(Ø12)
M14
(18,48)
16
A-A
Departamento responsable: Tecnología
Creado por: Pedro Company
Unidad dimensional: mm
Escala: 4:1
Método de representación:
Propietario legal:
Revisado por: Pedro Company
Tipo de documento: Dibujo de diseño
Formato: A4
Estado del documento: Editado
Título: Capuchón de regulador de polea
Número de documento: Plano 1.4
Revisión: A
Fecha: 2017-02-15
Idioma: es
Hoja: 1/1

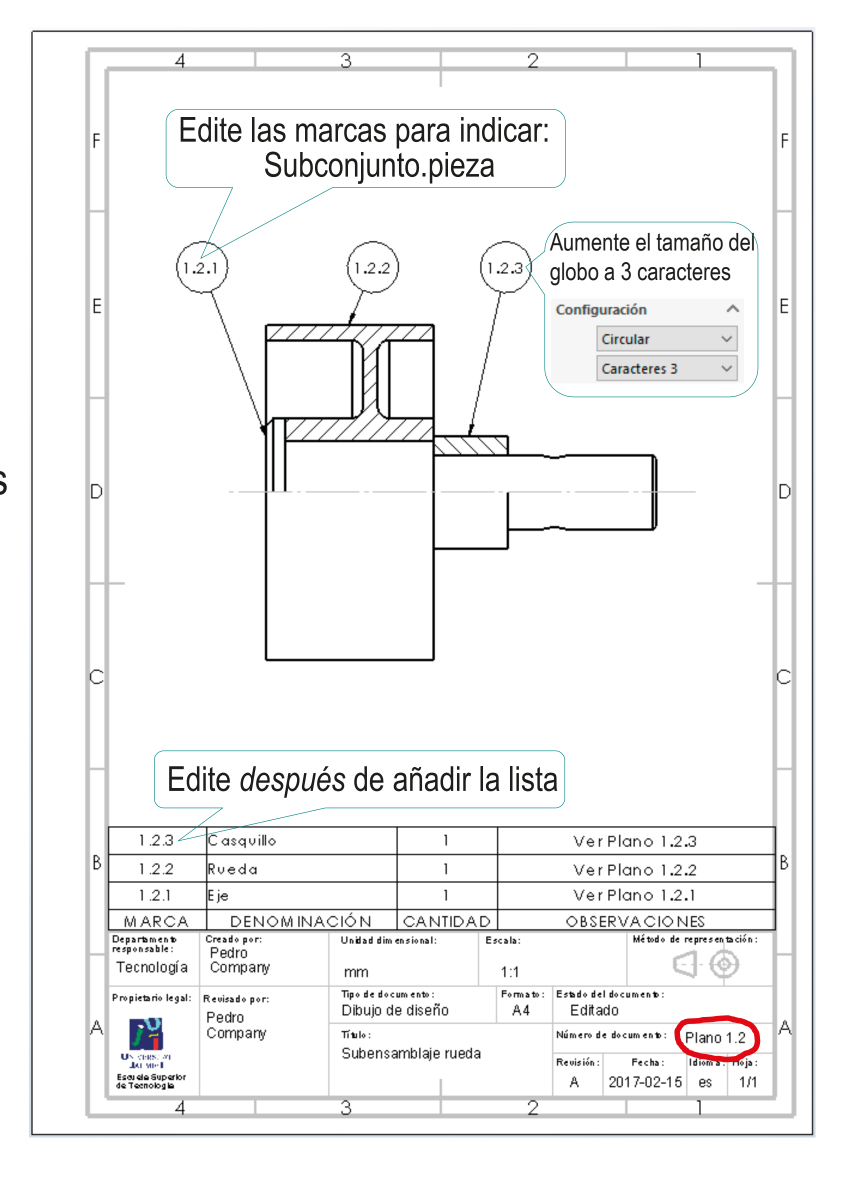
Obtenga el dibujo del subconjunto de la rueda:

- √ Seleccione el formato A4 vertical
- √ Edite el título, la escala y el nombre del dibujo en el bloque de títulos
- √ Añada las vistas y cortes necesarios para definir el ensamblaje

  Recuerde que *no* debe mostrar cómo son las piezas, sino el modo en que se ensamblan

- √ Añada las marcas
- √ Añada la lista de piezas

  Añada una columna de “Observaciones”, indicando los dibujos que contienen información detallada de cada pieza



Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Obtenga el dibujo de la polea:

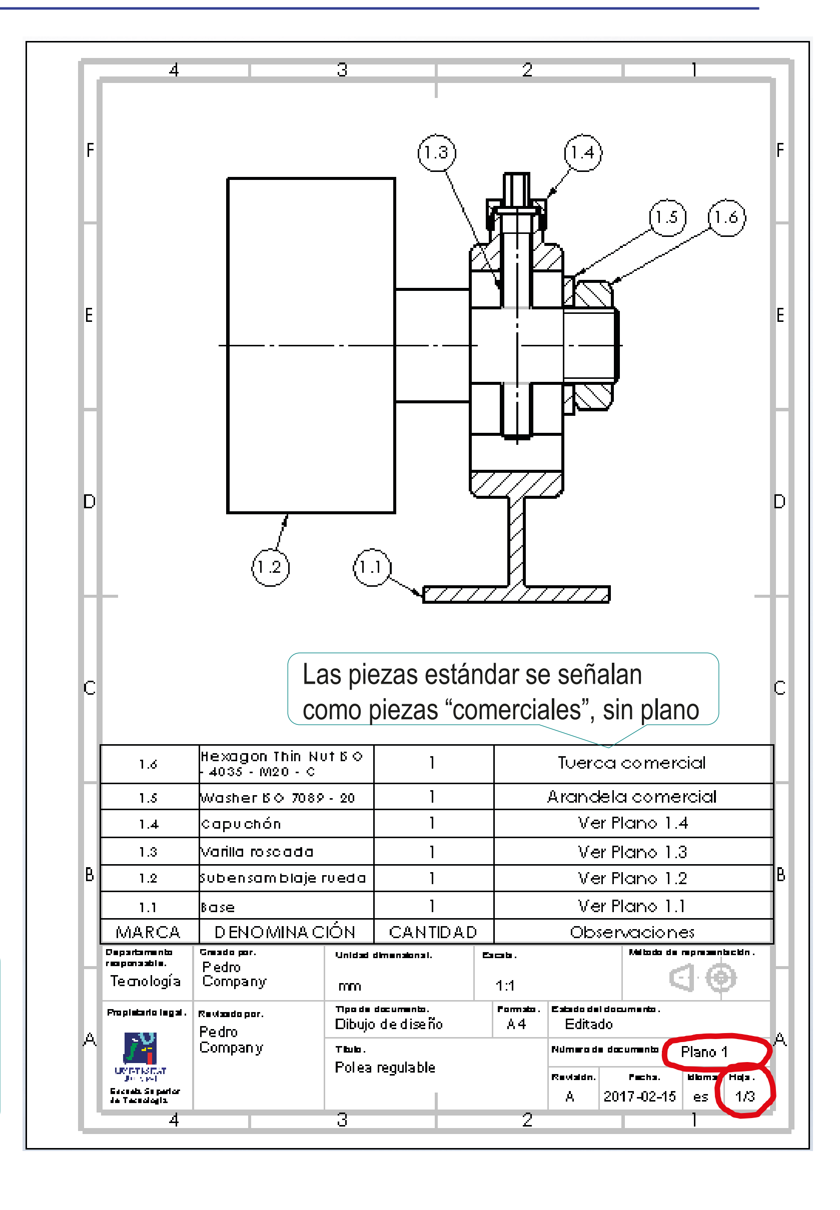
- √ Seleccione el formato A4 vertical
- √ Edite el título, la escala y el nombre del dibujo en el bloque de títulos
- √ Añada las vistas y cortes necesarios para definir la polea

  Recuerde que *no* debe mostrar la composición de los subconjuntos

- √ Añada las roscas cosméticas y otras anotaciones necesarias
- √ Añada las marcas
- √ Añada la lista de piezas

  Utilice *Nivel superior*, para listar los subconjuntos como un único componente

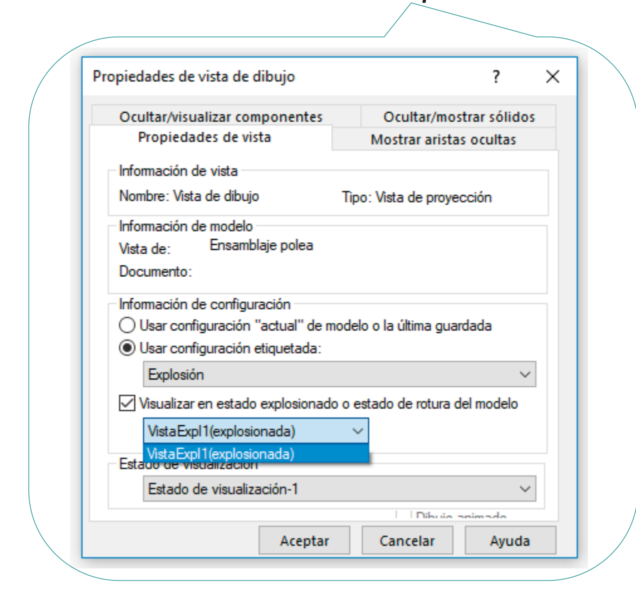
  Tipo de LDM
  - ◉ Sólo nivel superior
  - ○ Sólo piezas
  - ○ Indentado

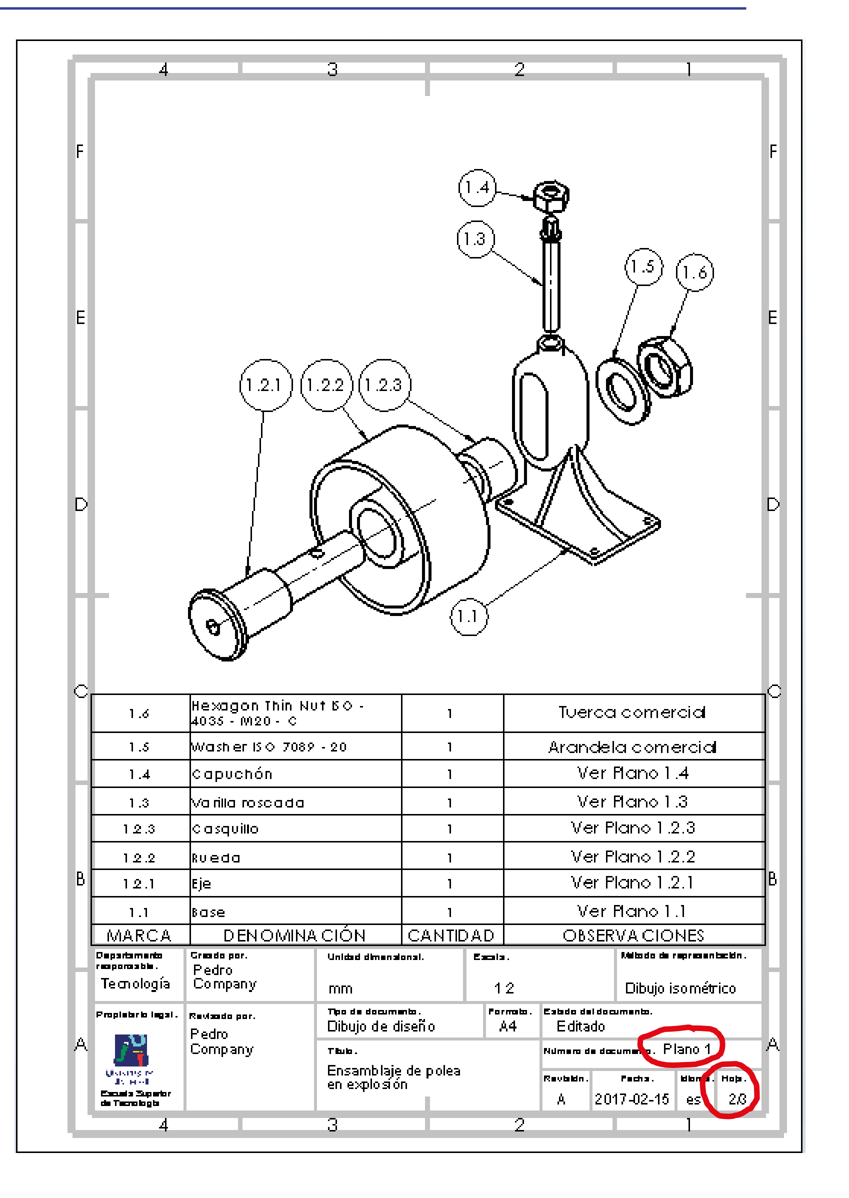


MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	Observaciones
1.6	Hexagon Thin Nut ISO - 4035 - M20 - C	1	Tuerca comercial
1.5	Washer ISO 7089 - 20	1	Arandela comercial
1.4	Capuchón	1	Ver Plano 1.4
1.3	Varilla roscada	1	Ver Plano 1.3
1.2	Subensamblaje rueda	1	Ver Plano 1.2
1.1	Base	1	Ver Plano 1.1

Obtenga una vista en explosión del dibujo de la polea:

- √ Seleccione el formato A4 vertical
- √ Edite el título, la escala y el nombre del dibujo en el bloque de títulos
- √ Añada una vista isométrica
- √ En propiedades de vista active *Visualizar en estado explosionado*





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Obtenga un tercer dibujo de ensamblaje, mostrando el sistema de regulación de la posición de la rueda:

√ Seleccione el formato A4 vertical

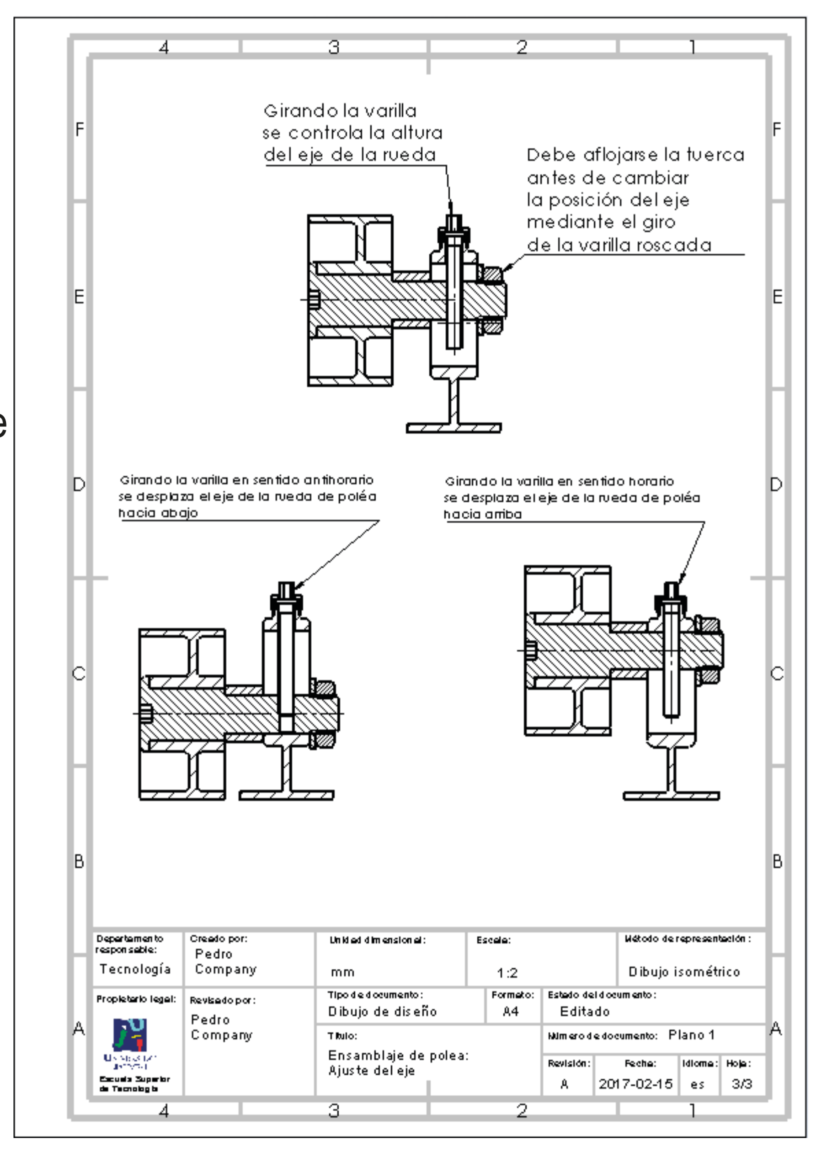
√ Edite el título, la escala y el nombre del dibujo en el bloque de títulos

√ Añada vistas que muestren el funcionamiento del regulador

> Utilice tres vistas para mostrar el desplazamiento de la rueda controlado por el tornillo regulador

√ Importe (o dibuje) anotaciones que expliquen el funcionamiento del regulador

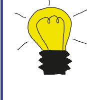
> Puede añadir anotaciones al modelo y exportarlas al dibujo, o añadirlas directamente en el dibujo



ISBN: 978-84-18951-43-5

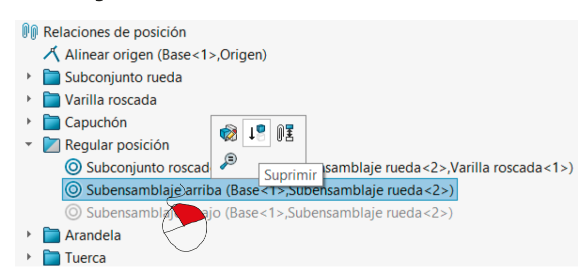
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución



Obtenga las diferentes posiciones a partir de tres copias del fichero del ensamblaje:

√ Deje el fichero original con los emparejamientos de eje arriba y eje abajo suprimidos

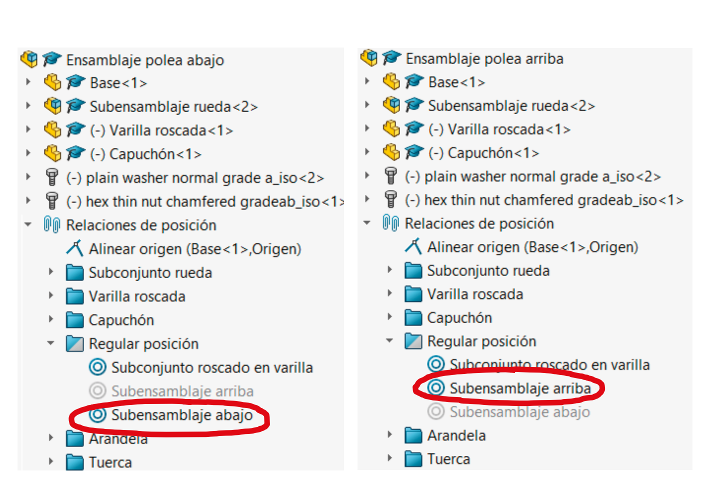


√ Haga dos copias del fichero del ensamblaje

Haga las copias con el explorador del sistema operativo, mientras el fichero esté cerrado

√ Active el emparejamiento de eje abajo en una de las copias

√ Active el emparejamiento de eje arriba en otra de las copias



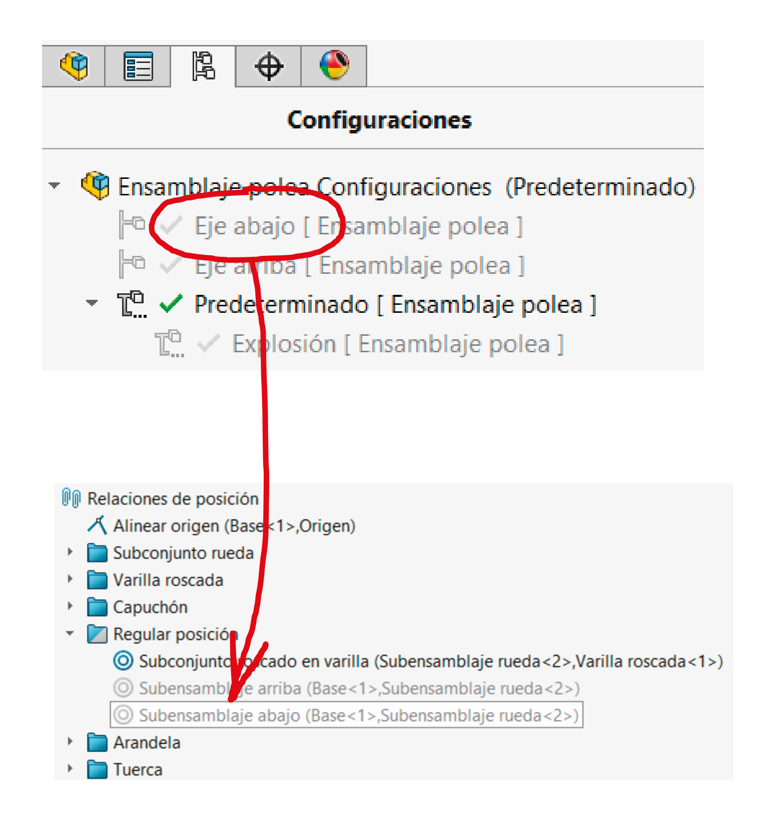
√ Utilice cada uno de los tres ficheros para obtener cada una de las vistas cortadas del dibujo de funcionamiento

Ensamblaje polea abajo.SLDASM
Ensamblaje polea arriba.SLDASM
Ensamblaje polea.SLDASM

Ejecución

Alternativamente, utilice el método descrito en el capítulo 1.3 del tomo 2, para definir configuraciones que muestren el funcionamiento del modelo:

- Cree una configuración con eje abajo
- Defina un emparejamiento del eje con el borde inferior del agujero coliso
- Active el emparejamiento sólo para la configuración de eje abajo



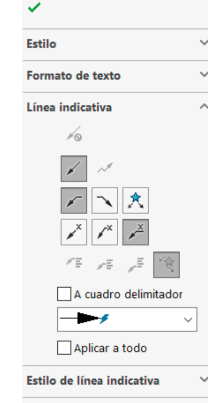
- Cree una configuración de eje arriba
- Defina un emparejamiento del eje con el borde superior del agujero coliso
- Active el emparejamiento sólo para la configuración de eje arriba

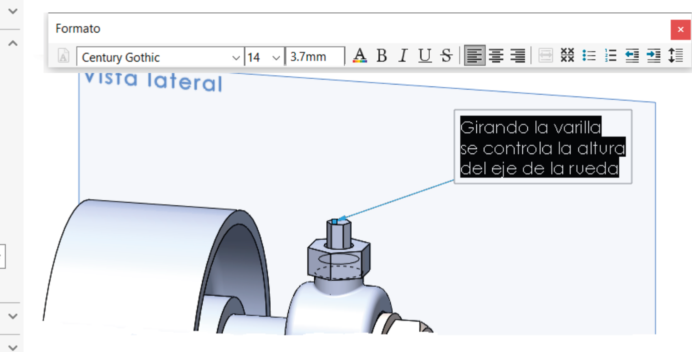
Ejecución



Para añadir anotaciones en el modelo:

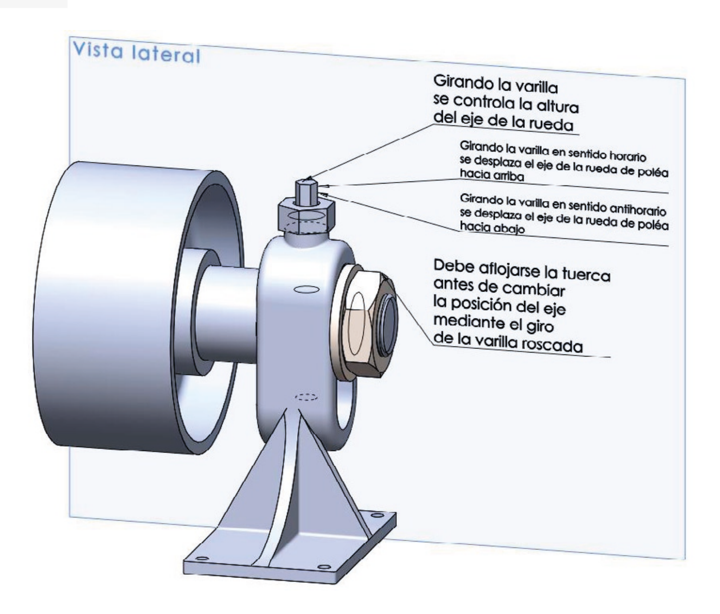
- Inserte la primera nota:
  - Seleccione el comando *Nota*
  - Seleccione el tipo de *Línea indicadora*
  - Vincule la punta de la flecha a la varilla
  - Escriba el texto





- Repita el proceso para el resto de notas
- Compruebe que las notas queden vinculadas a la vista lateral

Si la anotación no se asigna al plano de anotación correcto, seleccione la nota, y pulse el botón derecho para seleccionar su vista de anotaciones desde su menú contextual



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

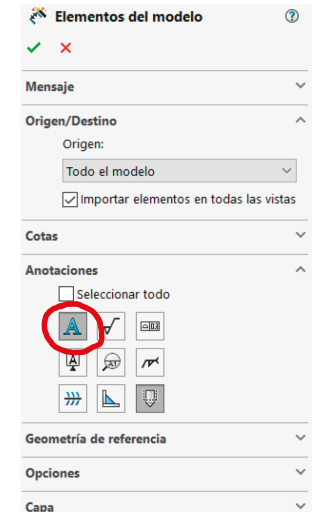
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

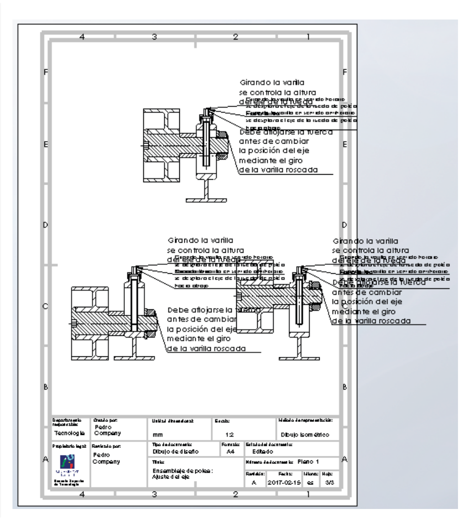


Para exportar las anotaciones al dibujo:

√ Seleccione el comando *Elementos del modelo*





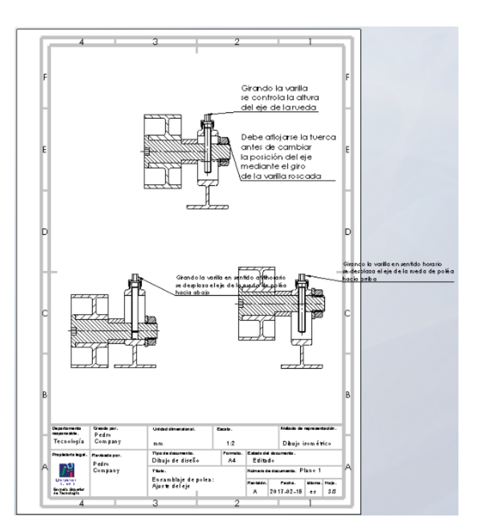


√ Configure el comando para importar sólo las anotaciones de texto del modelo

Seleccione importar todas las anotaciones en todas las vistas

√ Elimine en cada vista las anotaciones que sobren

Alternativamente, importe todas las notas en una vista, y arrastre (Ctrl+Mayus) aquellas que quiera cambia a otra vista



√ Recoloque las anotaciones

Cambie (si es necesario) la orientación de las líneas de referencia

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

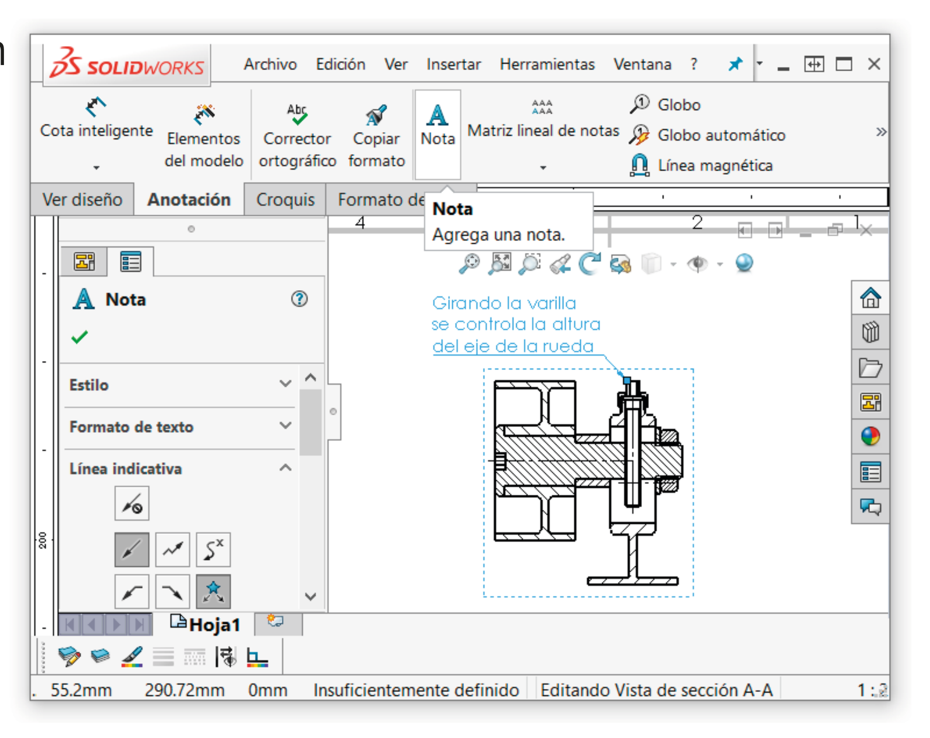
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones



Alternativamente, añada las anotaciones directamente en el dibujo:

- Use el dibujo del conjunto que muestra las posiciones extremas del subconjunto rueda

- Añada anotaciones en las diferentes vistas:
  - Utilice el comando *Nota*
  - Escriba el texto de la anotación
  - Vincule la anotación a la vista correspondiente



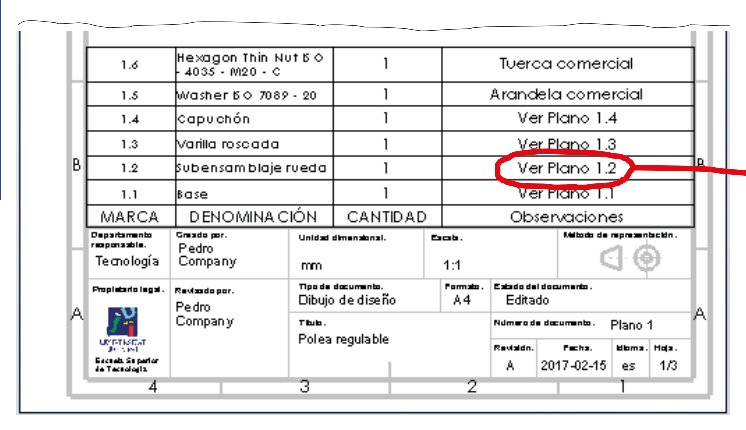
Tarea

Estrategia

Ejecución

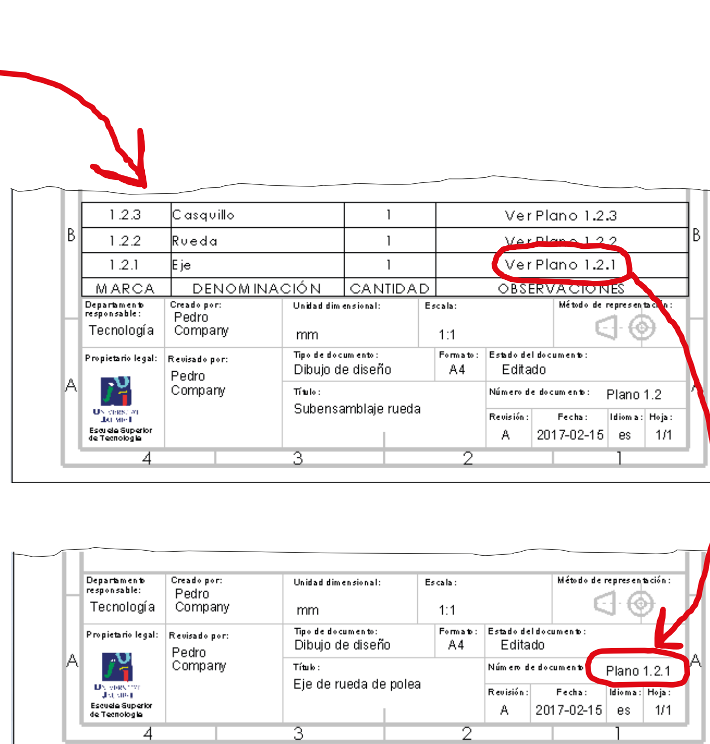
Conclusiones

Revise la numeración del conjunto de planos:



Compruebe que la numeración de los planos en las listas de piezas y en los bloques de títulos corresponde con la propuesta

¡En caso contrario, edite los dibujos para obtener las numeración correcta!



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

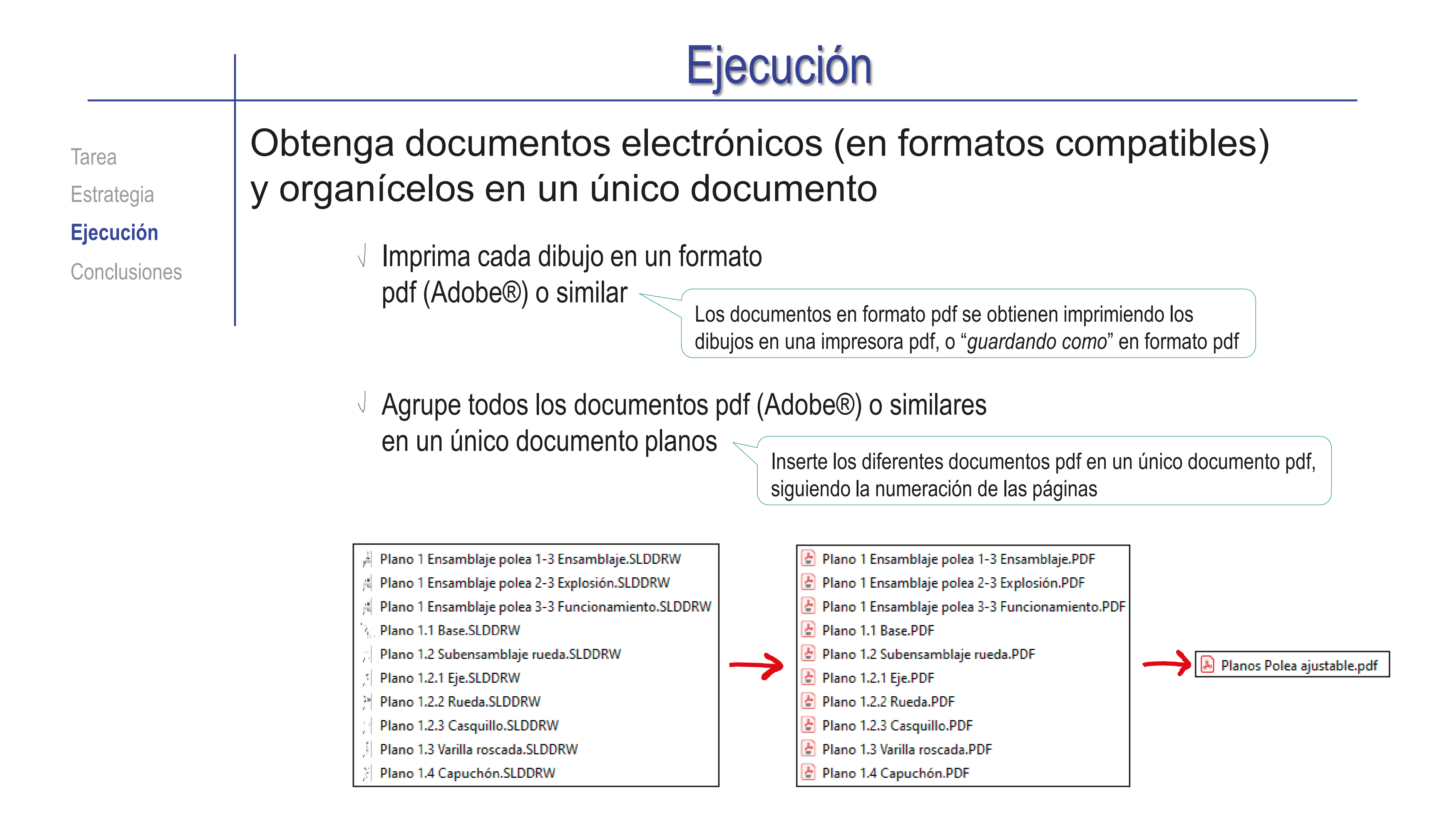
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Cambie los nombres de los ficheros de dibujo…

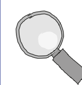
…para que los propios nombres de los ficheros de los dibujos puedan servir de índice del documento planos

Plano 1 Ensamblaje polea 1-3 Ensamblaje.SLDDRW
Plano 1 Ensamblaje polea 2-3 Explosión.SLDDRW
Plano 1 Ensamblaje polea 3-3 Funcionamiento.SLDDRW
Plano 1.1 Base.SLDDRW
Plano 1.2 Subensamblaje rueda.SLDDRW
Plano 1.2.1 Eje.SLDDRW
Plano 1.2.2 Rueda.SLDDRW
Plano 1.2.3 Casquillo.SLDDRW
Plano 1.3 Varilla roscada.SLDDRW
Plano 1.4 Capuchón.SLDDRW

Añada el número del dibujo como parte del propio nombre del fichero



Imprima el documento planos y encuadérnelo paginado de modo que se respete la numeración utilizada



Para obtener los documentos en formato pdf:

√ Seleccione *Imprimir*, para acceder al control de grosores de línea, y modificarlos

√ Seleccione *guardar como*

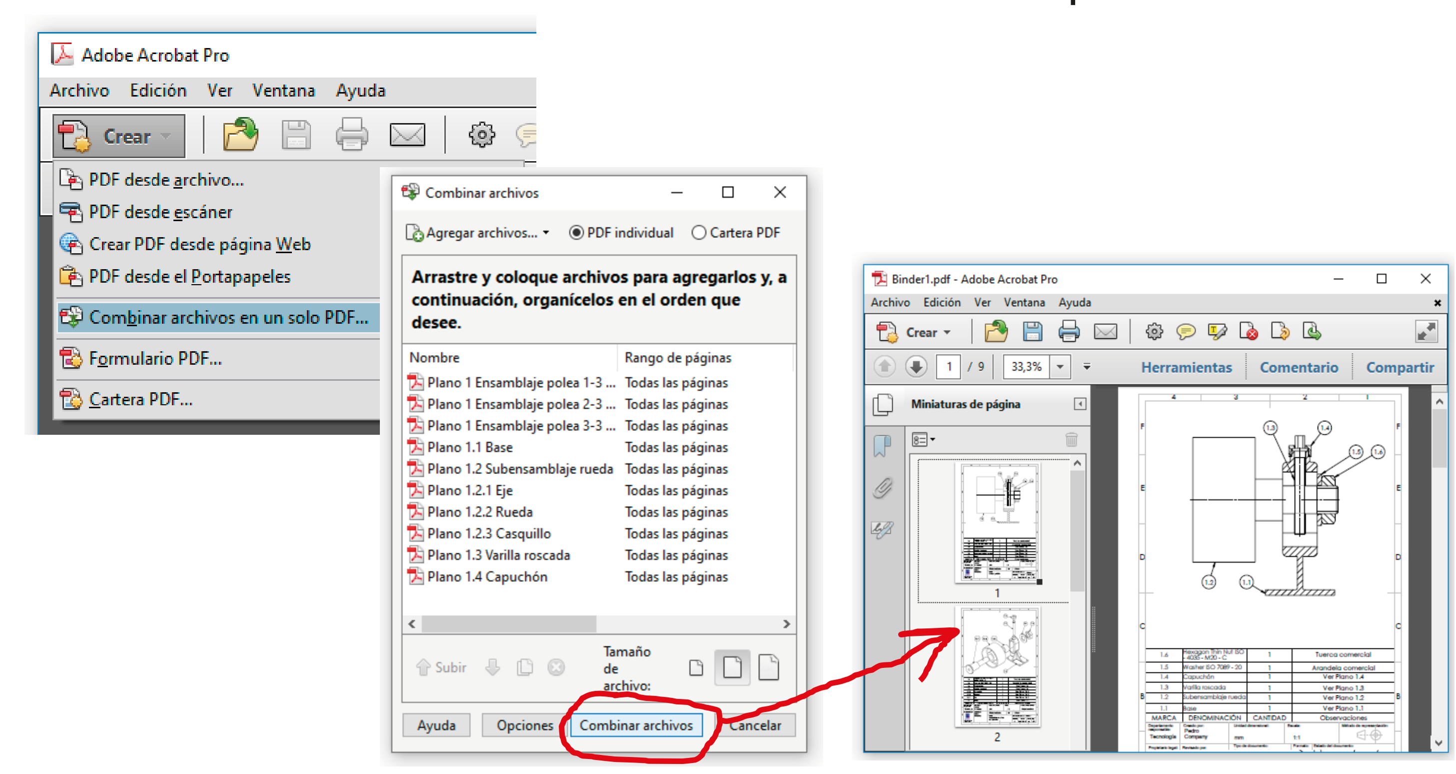
√ Seleccione el tipo *Adobe Portable Document (pdf)*

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución

Para agrupar todos los planos en un único documento pdf, hace falta una herramienta de combinación de pdf's:



Alternativamente, puede pegar los documentos pdf como imágenes de un texto en un editor de texto, para luego imprimirlo

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Las piezas se deben modelar pensando en las vistas y cotas que se utilizarán en sus correspondientes dibujos

No haga transferencia de cotas al modelar, porque los dibujos no tendrán la acotación correcta

2 Respete la secuencia de ensamblaje, para que las marcas del dibujo de ensamblaje muestren el orden de montaje

El ensamblaje virtual debe replicar al ensamblaje real

3 Elija una numeración de dibujos sencilla, pero que muestre claramente las unidades funcionales, y los componentes de cada una de ellas

Utilice una numeración del tipo:

Ensamblaje.subensamblaje.pieza

4 Añada dibujos complementarios con anotaciones, para mostrar o resaltar aspectos funcionales

ISBN: 978-84-18951-43-5

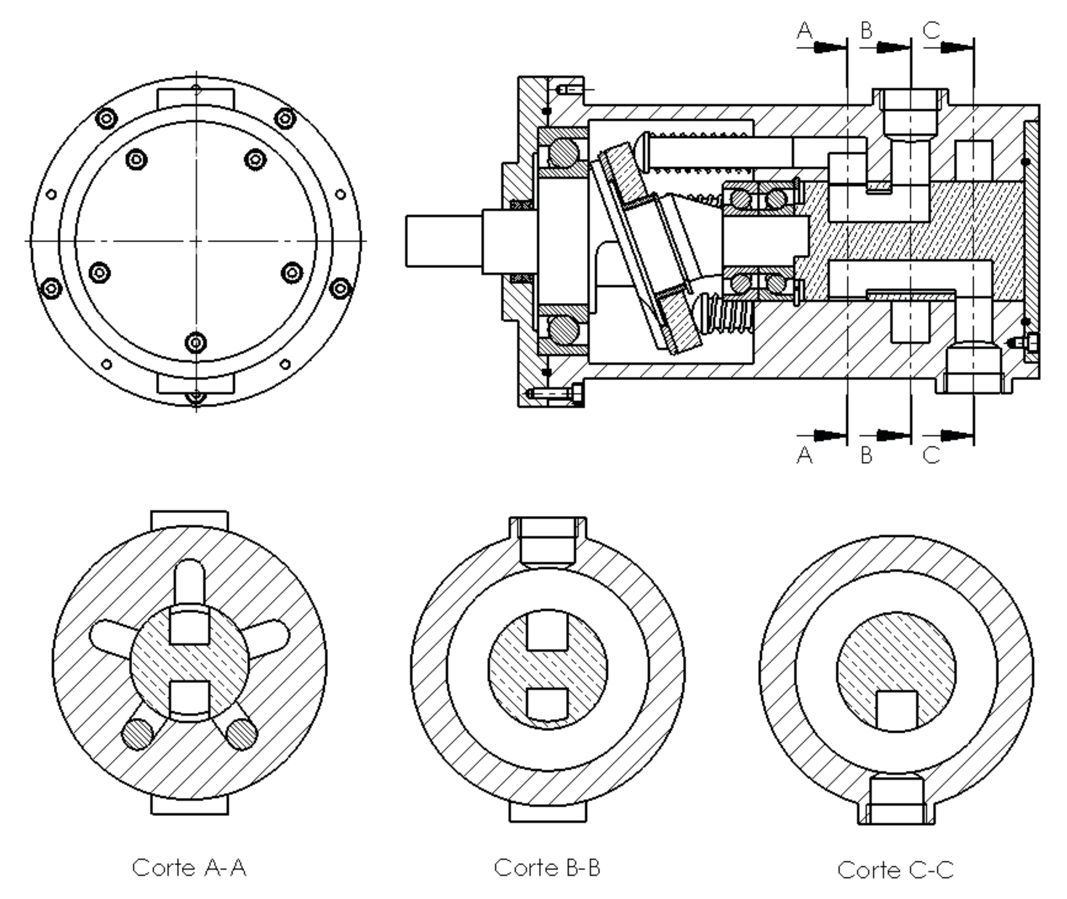
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejercicio 4.4.5. Bomba de pistones

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La figura muestra una bomba axial de pistones de árbol con plato inclinado oscilante, cuyo giro provoca un movimiento de vaivén de los cinco pistones que bombean el aceite, así como la rotación del tambor distribuidor que dirige el flujo de entrada y salida



Tarea

El funcionamiento de la bomba es como sigue:

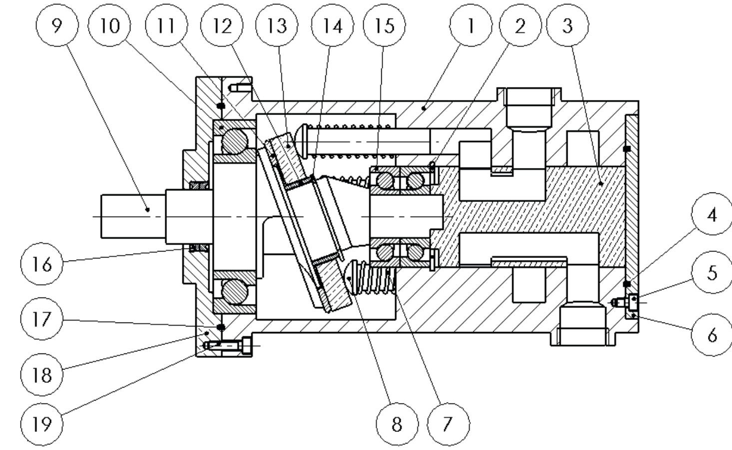
- El árbol (9) incluye un plato inclinado que al girar obliga a los pistones (8) a desplazarse, mientras los muelles (7) los mantienen en contacto con el plato

- El aceite es bombeado gracias al movimiento de vaivén de los pistones (8) a través de los cilindros de la carcasa (1)

- El tambor distribuidor (3) gira solidariamente con el árbol (9) conectando primero cada cilindro con el conducto de entrada, y media vuelta después con el conducto de salida

- El emparejamiento entre el árbol y el tambor distribuidor garantiza que cada cilindro se conecta con el conducto de entrada cuando su pistón está en la posición de retroceso, y con el de salida cuando está en la posición de avance, insertado en el cilindro

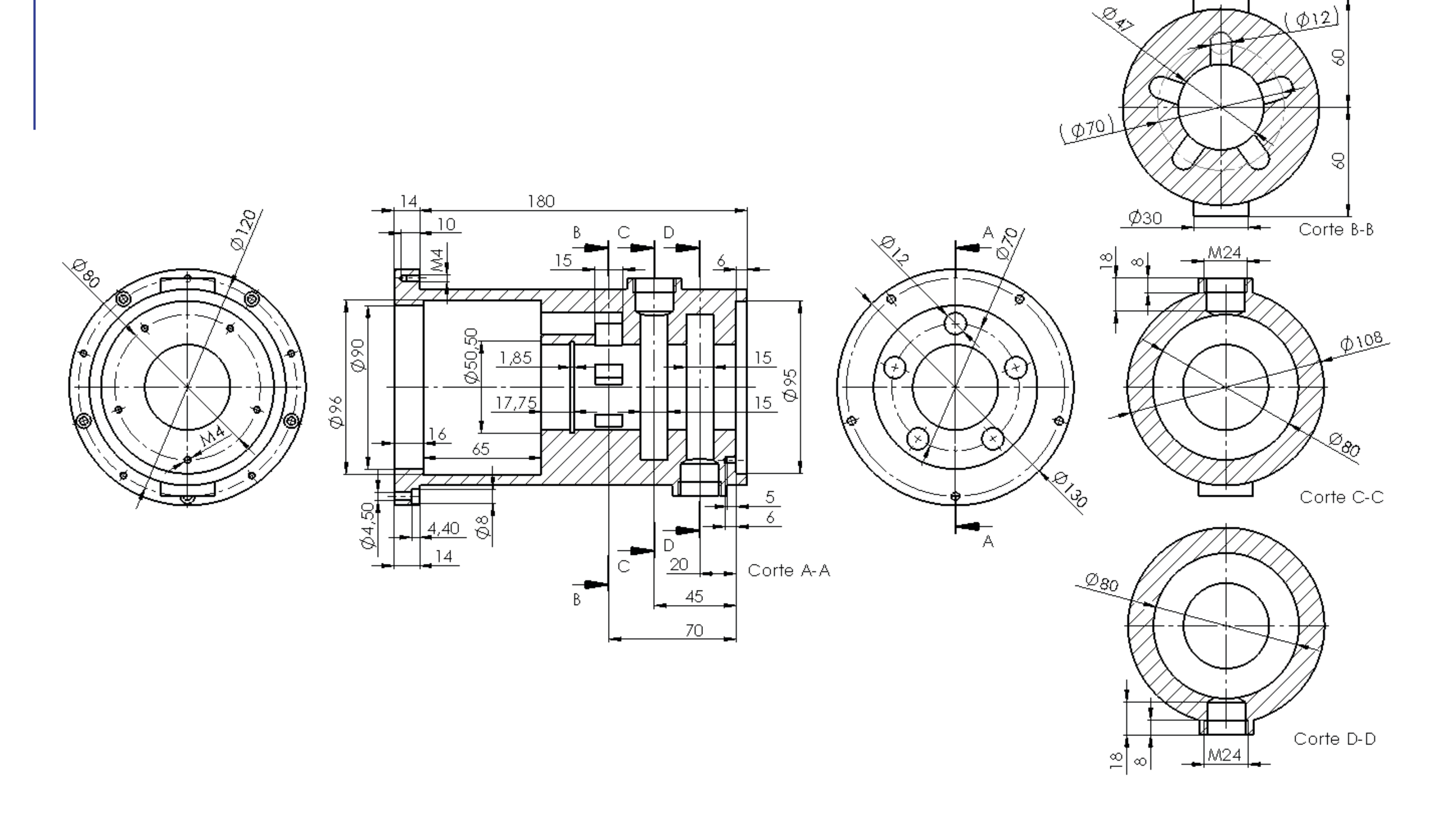
- El conjunto es totalmente estanco gracias a los dos retenes (16) y las dos juntas de caucho (4 y 17)



MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
19	Tornillo tapa	5
18	Tapa	1
17	Junta tapa	1
16	Retenes sellado tapa	2
15	Rodamientos angulares interiores	2
14	Anillo elástico retención disco	1
13	Disco de fricción	1
12	Corona de aguja	1
11	Rodamiento de agujas radial	1
10	Rodamiento angular tapa	1
9	Árbol	1
8	Pistón	5
7	Muelle	5
6	Tapeta	1
5	Tornillos tapeta	5
4	Junta tapeta	1
3	Tambor distribuidor	1
2	Anillo elástico retención rodamientos	1
1	Carcasa	1

Tarea

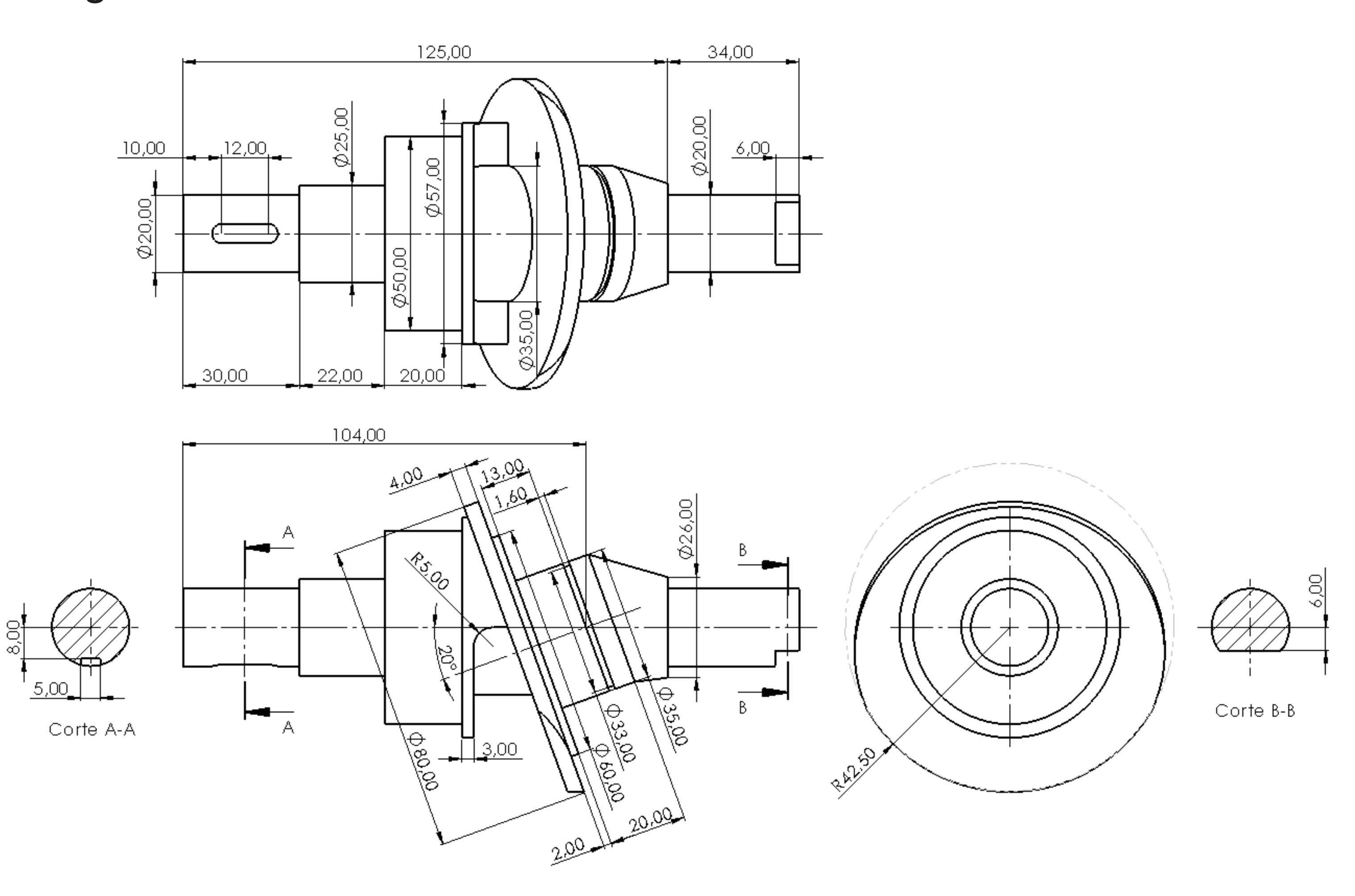
La figura muestra el diseño de la carcasa



ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

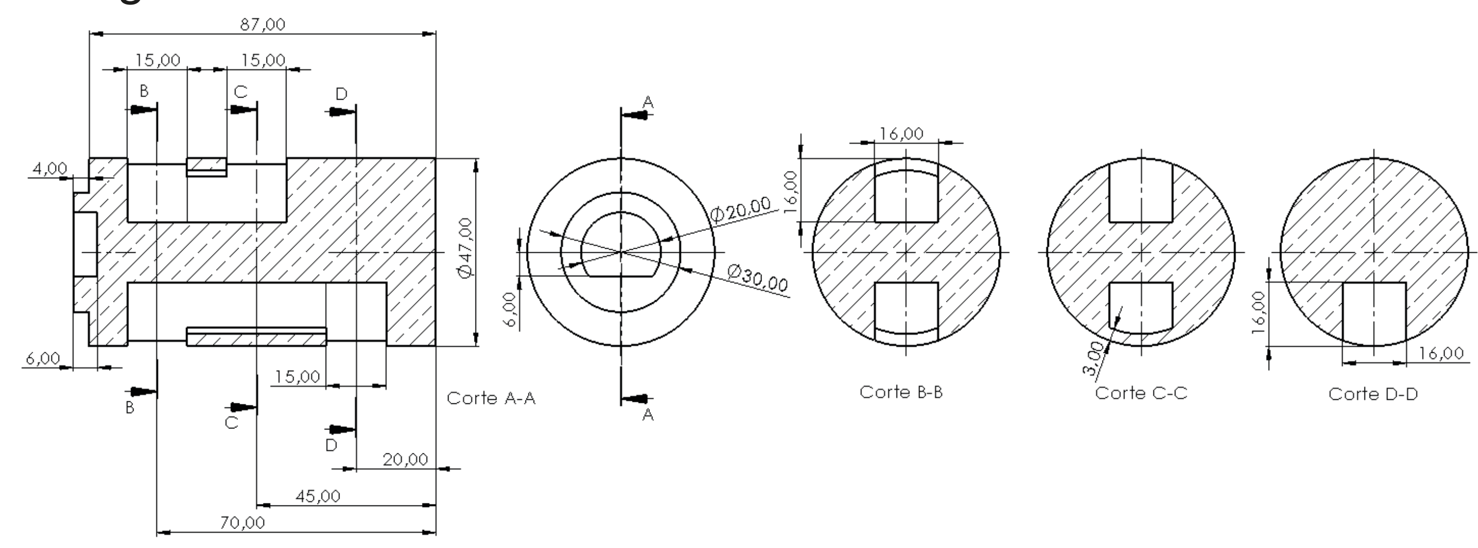
La figura muestra el diseño del árbol



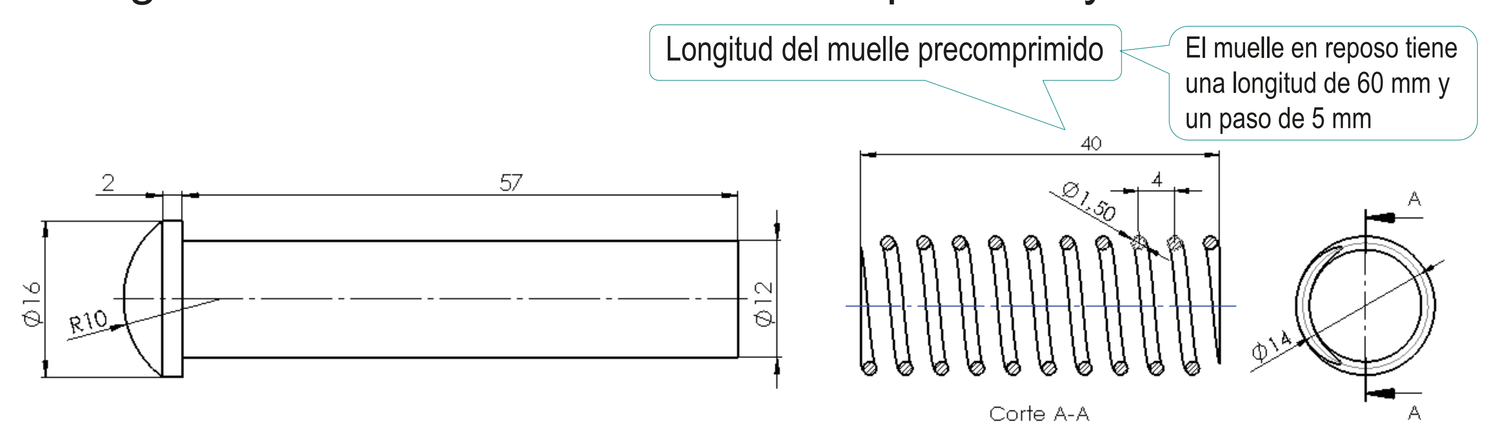
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

La figura muestra el diseño del tambor distribuidor



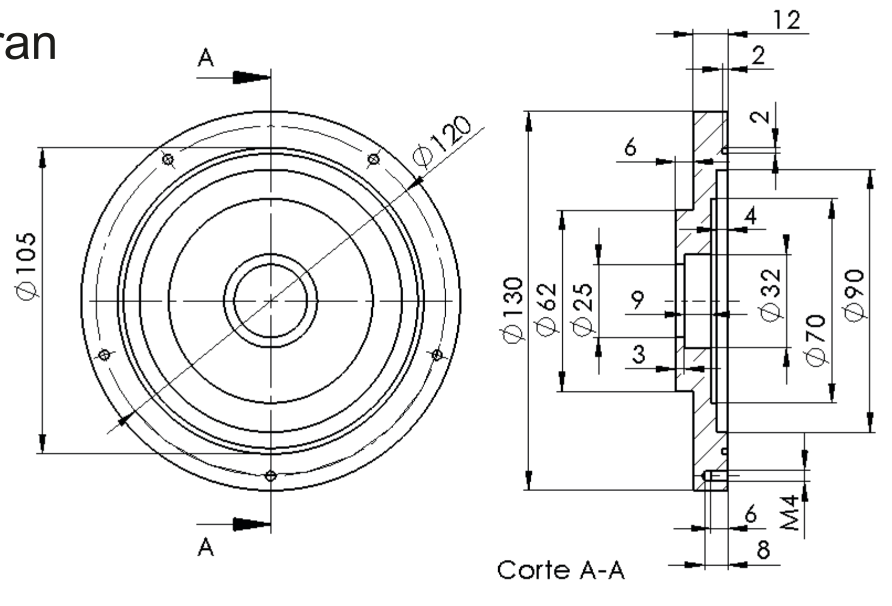
Las figuras muestran los diseños de los pistones y sus muelles

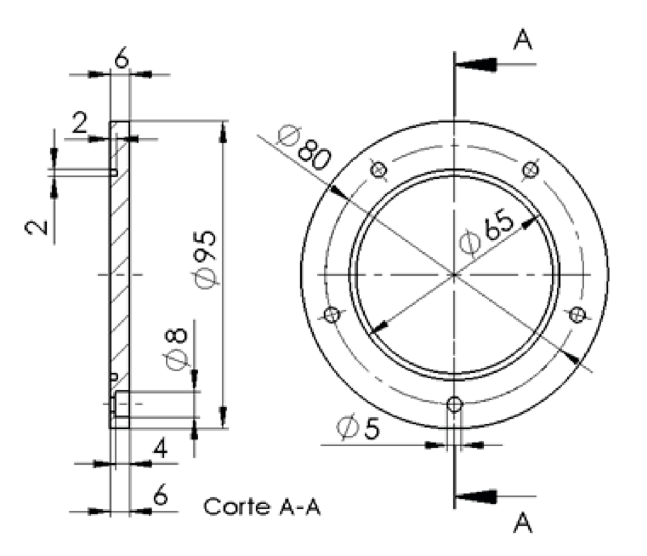


ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Las figuras muestran los diseños de la tapa y la tapeta



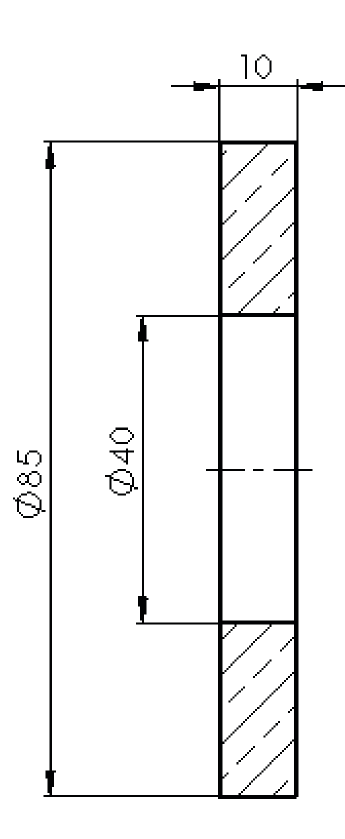


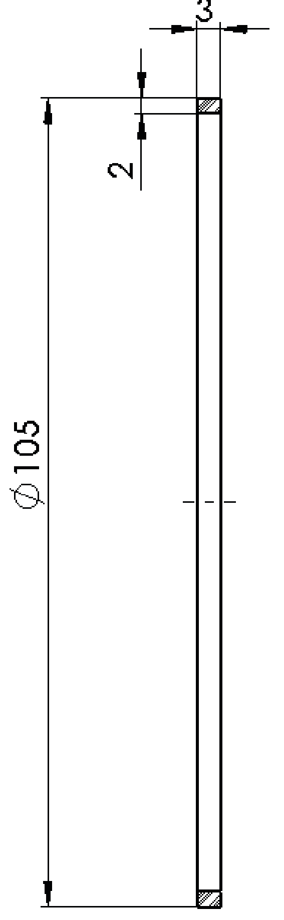
ISBN: 978-84-18951-43-5

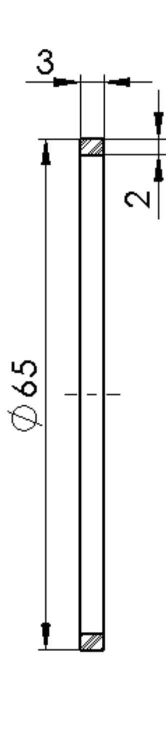
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea

Las figuras muestran los diseños del disco de fricción y las juntas







ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Las piezas comerciales que completan el ensamblaje son:

Marca 19	Tornillos de cabeza hueca hexagonal ISO 4762 M4 x 16
Marca 5	Tornillos de cabeza hueca hexagonal ISO 4762 M4 x 6
Marca 2	Arandela elástica de tipo anillo de retención interno DIN 472 48 x 1.75
Marca 14	Arandela elástica de tipo anillo de retención externo DIN 471 35 x 1.5
Marca 16	Retenes de estanqueidad (dos colocadas en sentidos opuestos) de tipo sellos de caucho de dirección única GB_SEALS_TYPE1 32X4X5 L1
Marca 10	Rodamiento de contacto angular tipo DIN 628 - 7210B (Diámetro exterior 90, diámetro interior 50 y grosor 20 mm)
Marca 15	Rodamiento de contacto angular tipo DIN 628 - 7204B (Diámetro exterior 47, diámetro interior 20 y grosor 14 mm)
Marca 11	Rodamiento de agujas axiales tipo SKF - AXK 6085 (Diámetro exterior 85, diámetro interior 60 y grosor 3 mm)
Marca 12	Corona de agujas tipo SKF K 35x40x13 (Diámetro exterior 40, diámetro interior 35, y grosor 13 mm)

No está disponible en el Toolbox de SolidWorks, pero se puede descargar desde un catálogo comercial

Tarea

Tareas:

A Utilice los diseños suministrados para obtener los modelos de todas las piezas

B Obtenga el ensamblaje, de modo que se pueda replicar el movimiento de la máquina, salvo la compresión de las piezas elásticas

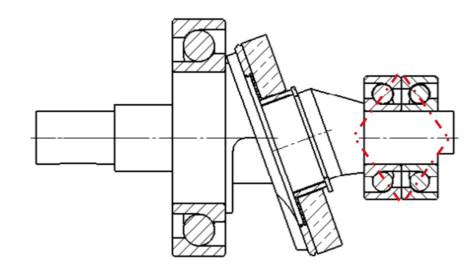
C Añada las siguientes anotaciones a los modelos:

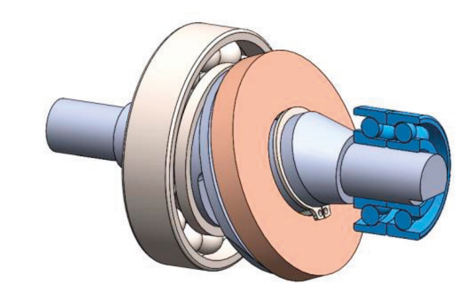
- √ Indique que el diámetro del tambor de distribución debe coincidir con el diámetro exterior de los rodamientos angulares del árbol
- √ Indique que las posiciones de las lumbreras del tambor distribuidor deben estar alineadas con las de la carcasa
- √ Indique gráficamente la posición del centro de masas del árbol
- √ Añada un sensor de alerta del desplazamiento del centro de masas del árbol, que avise de desviaciones mayores de 2 mm.
- √ Indique numéricamente el desplazamiento del centro de masas del árbol, respecto al eje de giro
- √ Indique que los ejes de revolución de las secciones principal y oblicua del árbol siempre deben intersectar en un punto sobre el plano teórico de apoyo de los pistones

Tarea

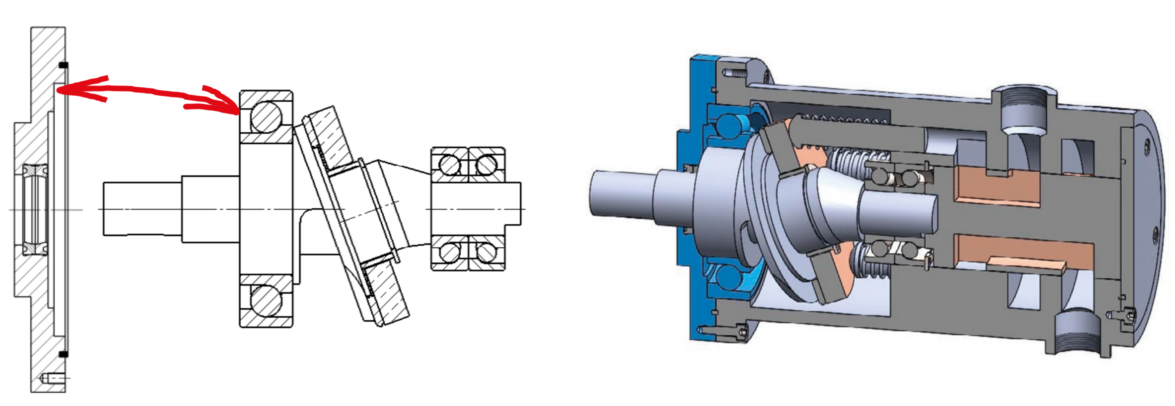
Añada las siguientes anotaciones a los ensamblajes:

- Indique montaje "espalda con espalda" (montaje en "O") de los dos rodamientos angulares del árbol





- Indique que el montaje del rodamiento de la tapa debe hacerse con la espalda del anillo exterior apoyada en la tapa



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

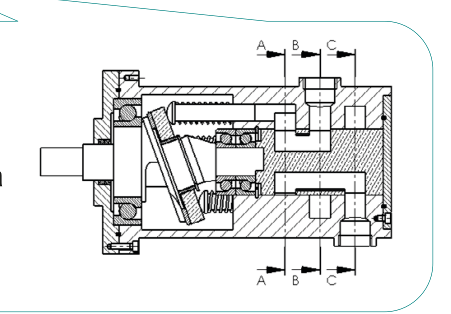
Estrategia

La estrategia consta de cuatro pasos:

1 Modele las piezas no estandar

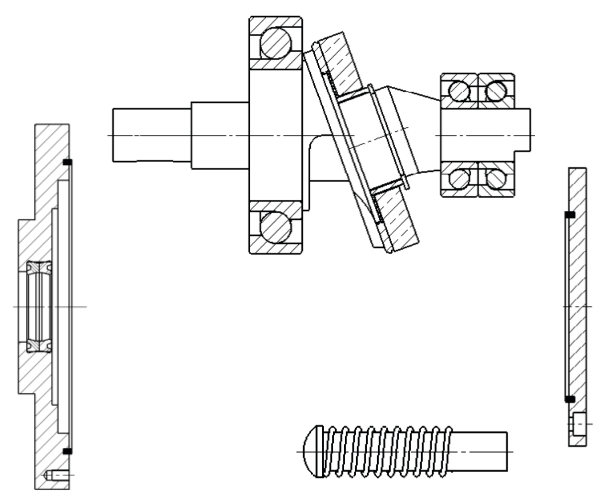
Asegure el emparejamiento entre piezas relacionadas:

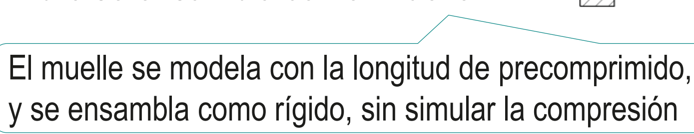
Utilice planos datum coincidentes con los planos de corte del dibujo de la bomba, para ubicar las posiciones de las lumbreras del tambor distribuidor, y alinearlas con las ranuras y las bocas de la carcasa



2 Ensamble los subconjuntos funcionales:

- √ El árbol se ensambla junto con los rodamientos y el disco de fricción
- √ La tapa se ensambla junto con los dos retenes y su junta
- √ La tapeta se ensambla junto con su junta
- √ El cilindro se ensambla con el muelle





Estrategia

3 Ensamble el producto completo

Ensamble cinco subconjuntos de cilindro-muelle por separado (sin patrones), para poder simular su movimiento independiente

4 Añada las anotaciones:

- Añada las anotaciones de los modelos
  - Añada subcarpetas dentro de la carpeta de anotaciones

    Añada una carpeta por cada orientación y cada tipo de anotación que vaya a incluir

    Por ejemplo:
    - Alzado-Intenciones-Rediseño
    - Izquierdo-Intenciones-Rediseño
  - Cree las diferentes anotaciones de texto, y guárdelas en sus correspondientes carpetas
  - Use el datum *Centro de masa* para la anotación gráfica del centro de masas

    Centro de masa
  - Añada el sensor del centro de masas
  - Use la propiedades personalizada para añadir la anotación dinámica del centro de masas

    Si alinea el origen de coordenadas con el eje de revolución del árbol, la coordenada Y medirá el desplazamiento del centro de masas
- Añada las anotaciones de los ensamblajes
  - Añada subcarpetas dentro de la carpeta de anotaciones
  - Cree las diferentes anotaciones de texto, y guárdelas en sus correspondientes carpetas

    Añada geometría suplementaria para ilustrar mejor las anotaciones
  - Active la visualización de anotaciones en los niveles superiores (ensamblaje principal)

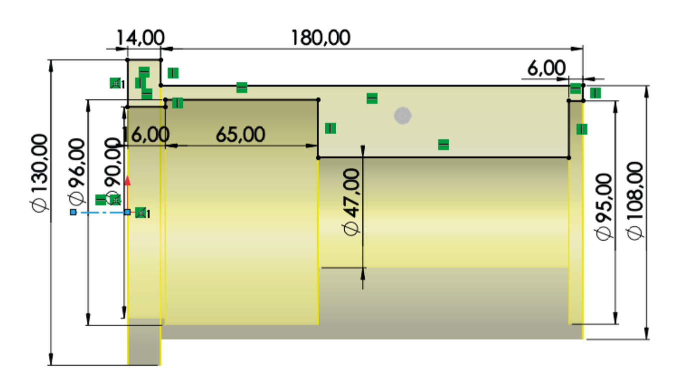
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

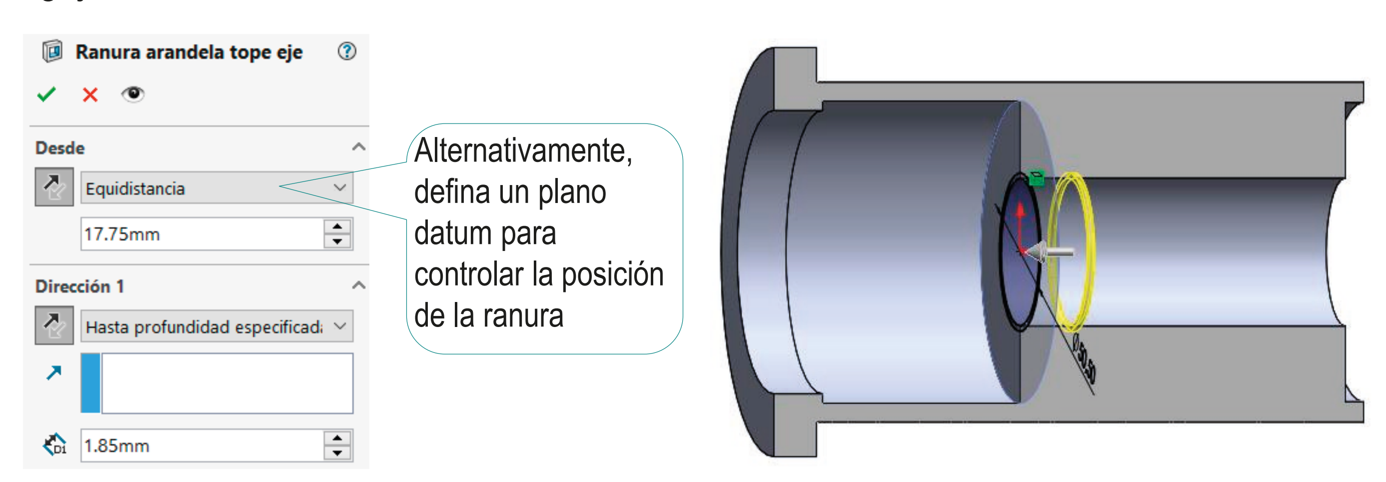
Ejecución: modelado

Modele la carcasa:

√ Obtenga la forma principal por revolución de un perfil dibujado en el alzado



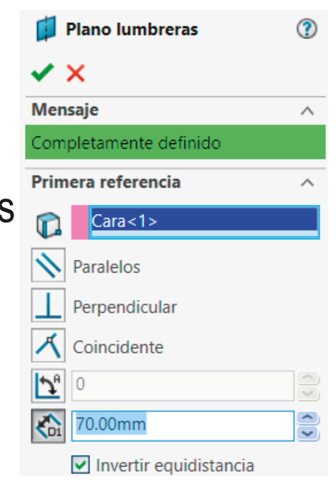
√ Añada una ranura para la arandela elástica, mediante un corte extruido con desplazamiento, a partir de un croquis dibujado al vuelo sobre el fondo del agujero de la carcasa

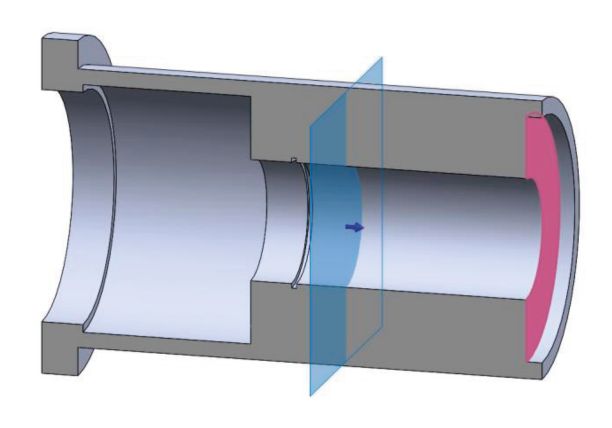


Ejecución: modelado

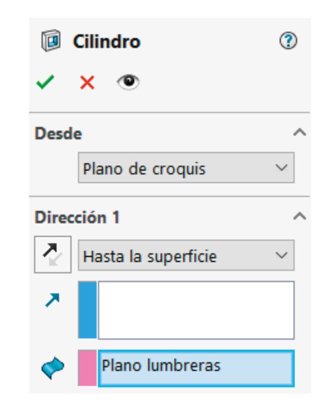
√ Defina un plano datum "lumbreras" para añadir las ranuras de las lumbreras de los cilindros

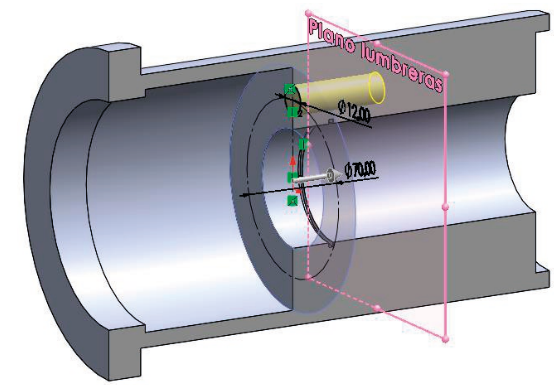
El plano datum permite reubicar fácilmente las lumbreras





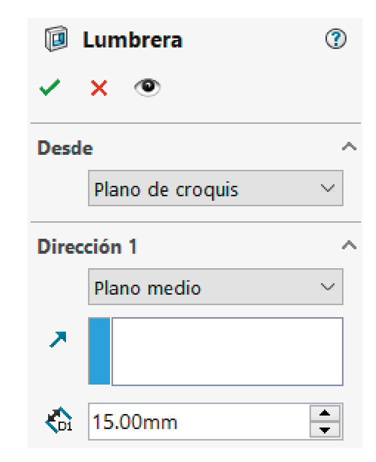
√ Obtenga un cilindro mediante un corte extruido desde el fondo del agujero de la carcasa (datum al vuelo) hasta el plano datum "lumbreras"

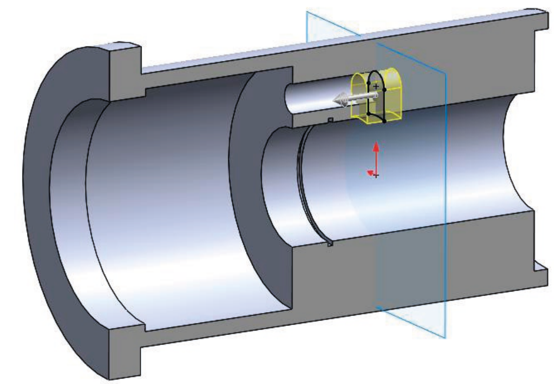




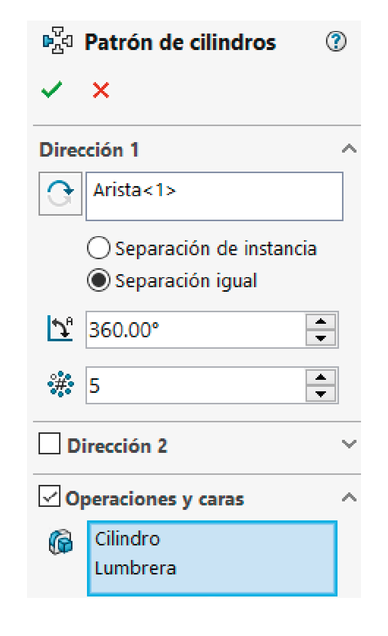
Ejecución: modelado

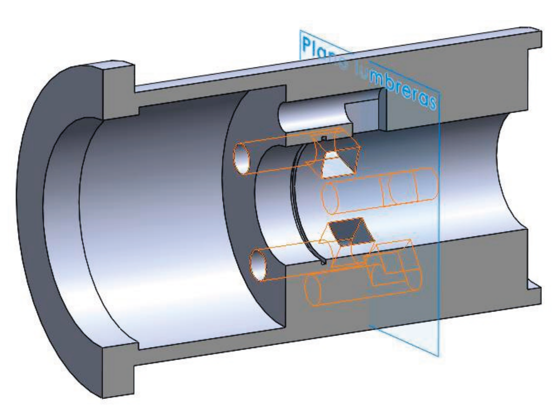
- √ Obtenga una lumbrera mediante un corte extruido desde el plano datum "lumbreras", con la opción de plano medio





- √ Obtenga el resto de cilindros y lumbreras mediante un patrón de repetición





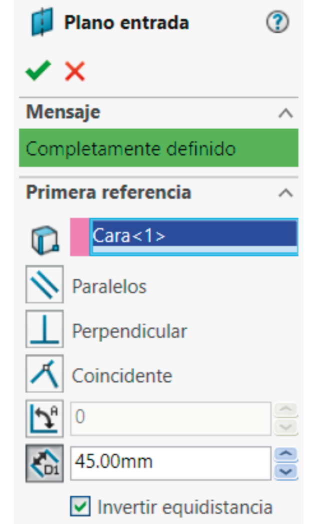
ISBN: 978-84-18951-43-5

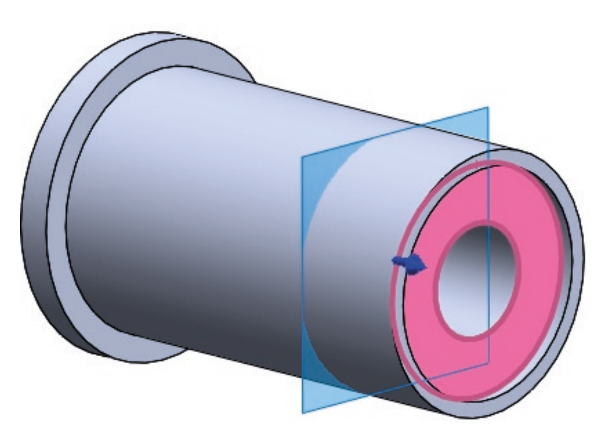
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

√ Defina un plano datum "entrada" para añadir la ranura anular de la entrada

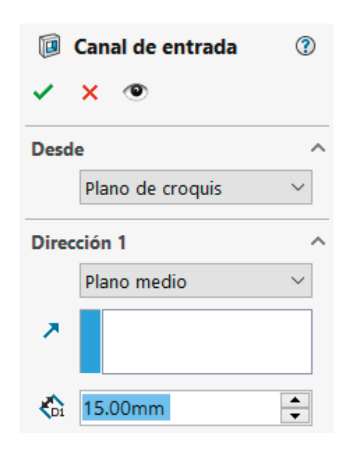
El plano datum permite reubicar fácilmente la ranura de entrada

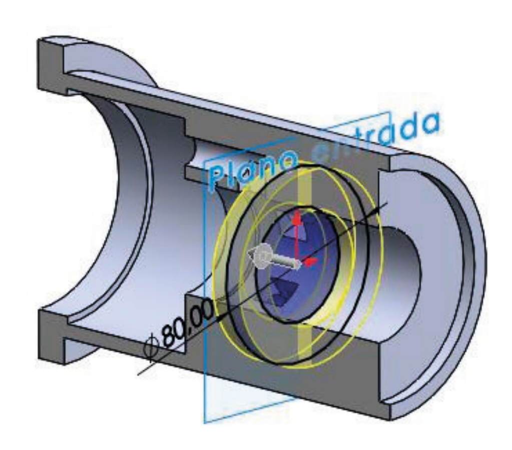




√ Obtenga la ranura anular mediante un corte extruido desde el plano datum "entrada", con la opción de plano medio

Alternativamente, se podría incluir ésta ranura en el perfil inicial





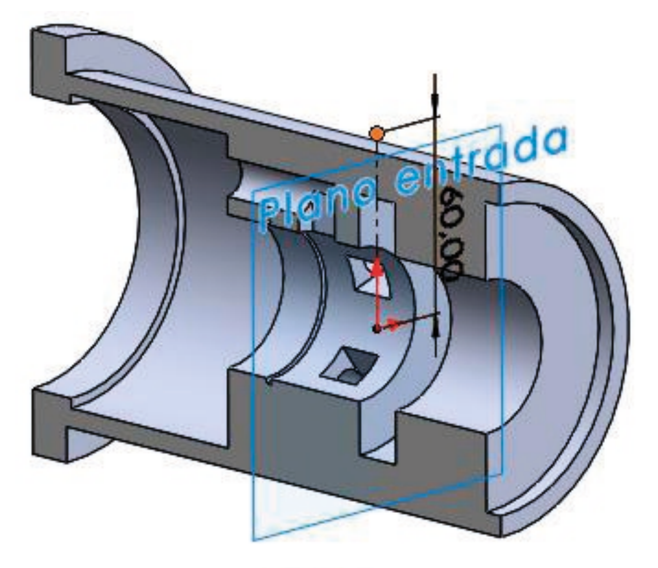
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

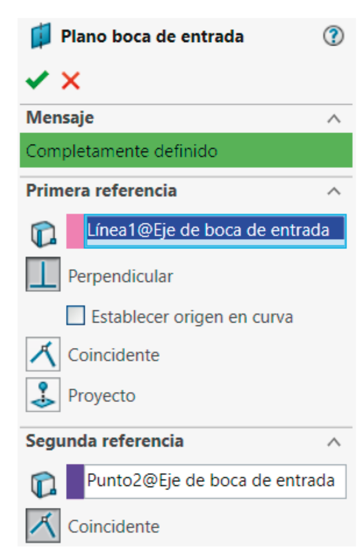
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

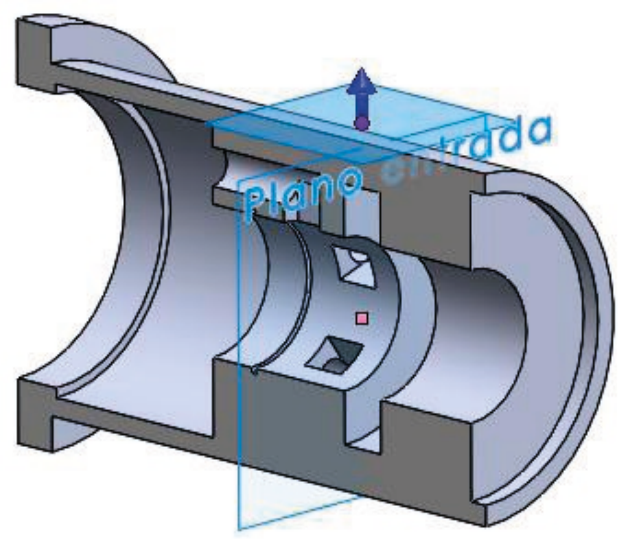
Ejecución: modelado

- Utilice el plano datum "entrada" para dibujar un croquis con un eje auxiliar para situar el taladro de la boca de entrada



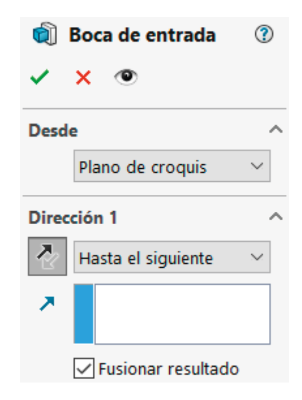
- Añada un plano datum "boca de entrada" en el extremo del eje

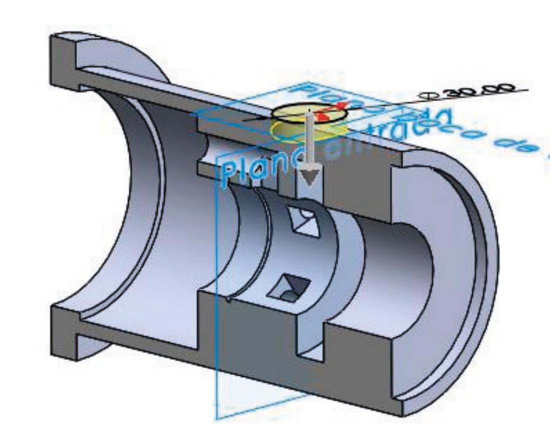




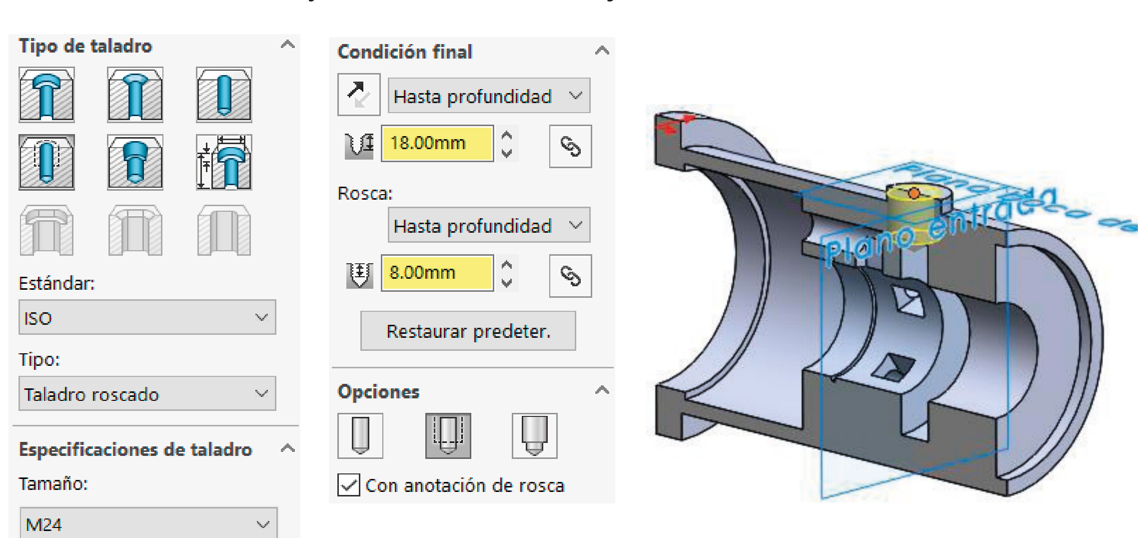
Ejecución: modelado

- Utilice el plano datum "boca de entrada" para añadir una boca de entrada





- Utilice la boca de entrada para añadir un taladro parcialmente roscado, y alineado con el eje auxiliar

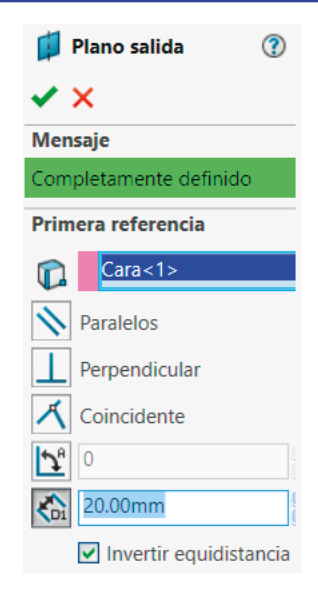


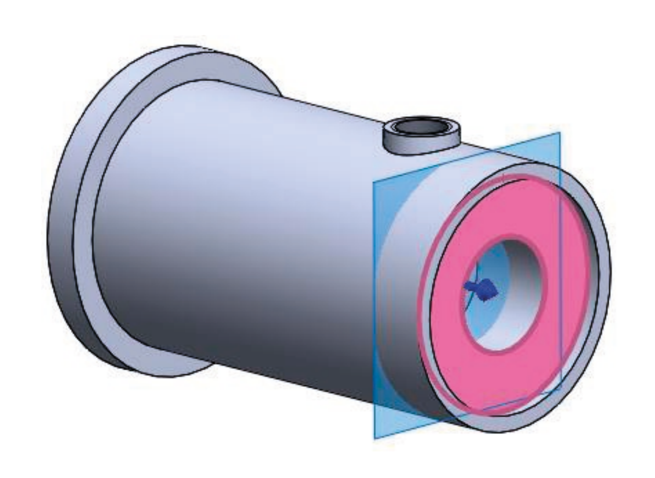
ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

√ Defina un plano datum "salida" para añadir la ranura anular de la salida

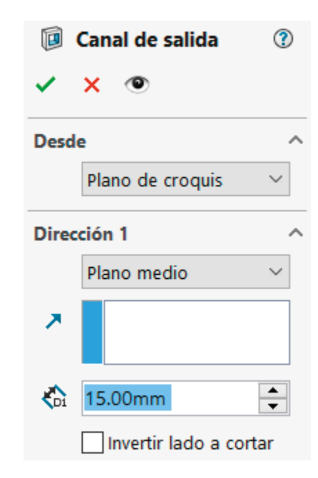
El plano datum permite reubicar fácilmente la ranura de salida

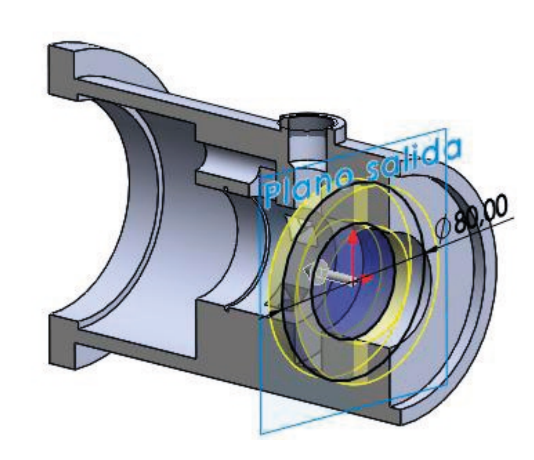




√ Obtenga la ranura anular mediante un corte extruido desde el plano datum "salida", con la opción de plano medio

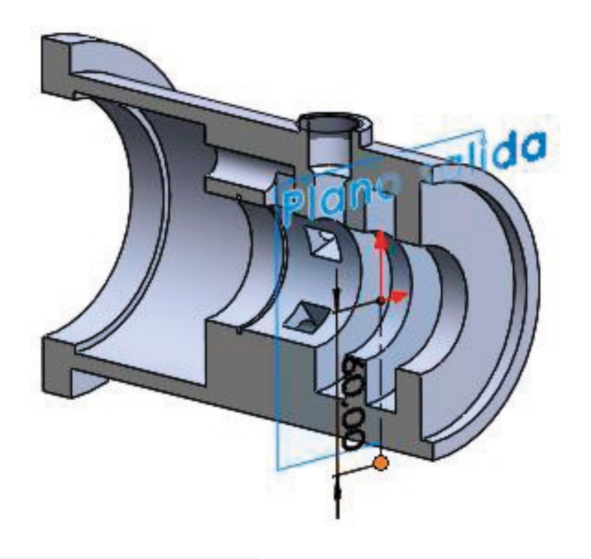
Alternativamente, se podría incluir ésta ranura en el perfil inicial



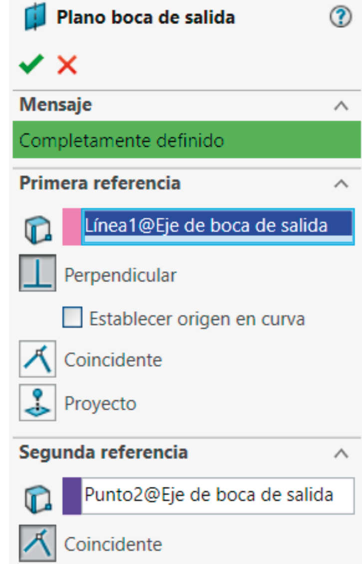


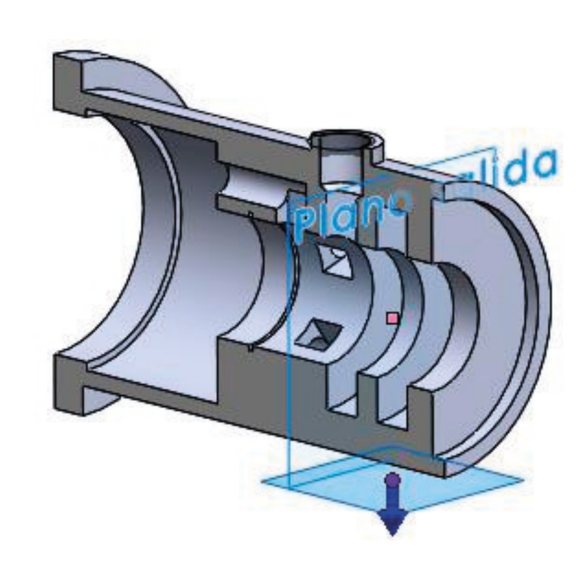
Ejecución: modelado

√ Utilice el plano datum "salida" para dibujar un croquis con un eje auxiliar para situar el taladro de la boca de salida



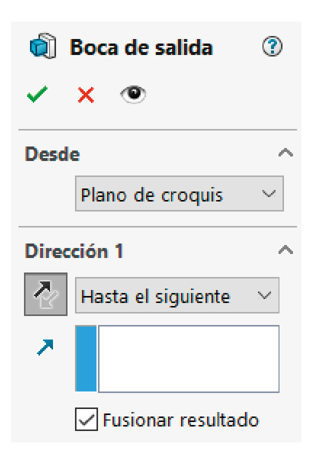
√ Añada un plano datum "boca de salida" en el extremo del eje

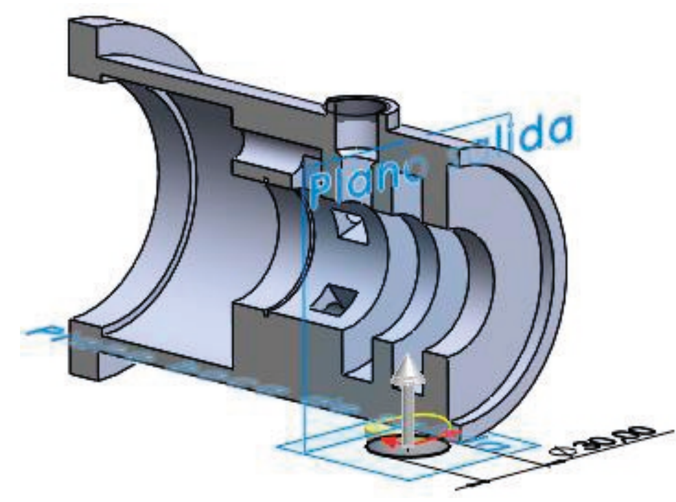




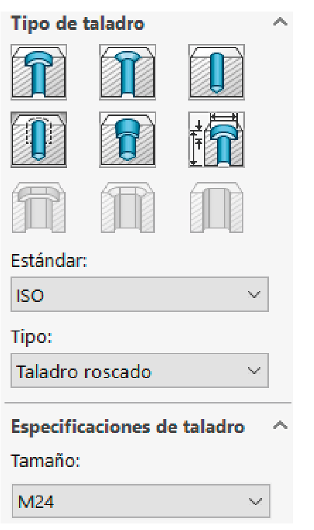
Ejecución: modelado

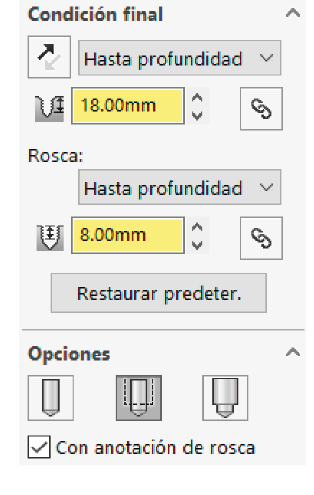
√ Utilice el plano datum “boca de salida” para añadir una boca de salida

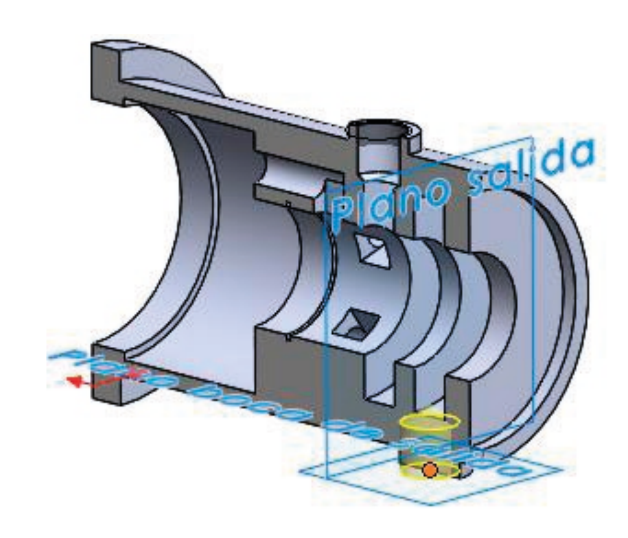




√ Utilice la boca de salida para añadir un taladro parcialmente roscado, y alineado con el eje auxiliar

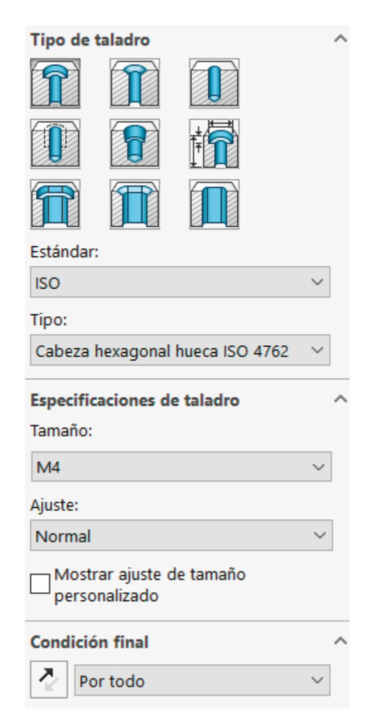


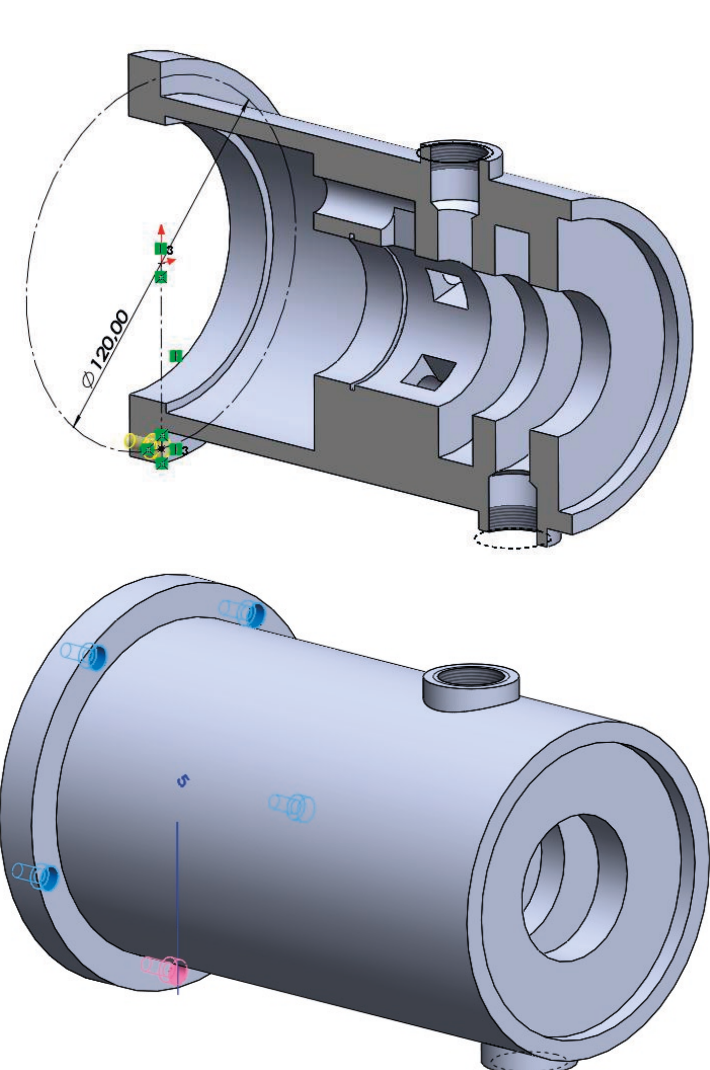




Ejecución: modelado

- Añada un taladro refrentado para tornillo en la brida de la boca de entrada





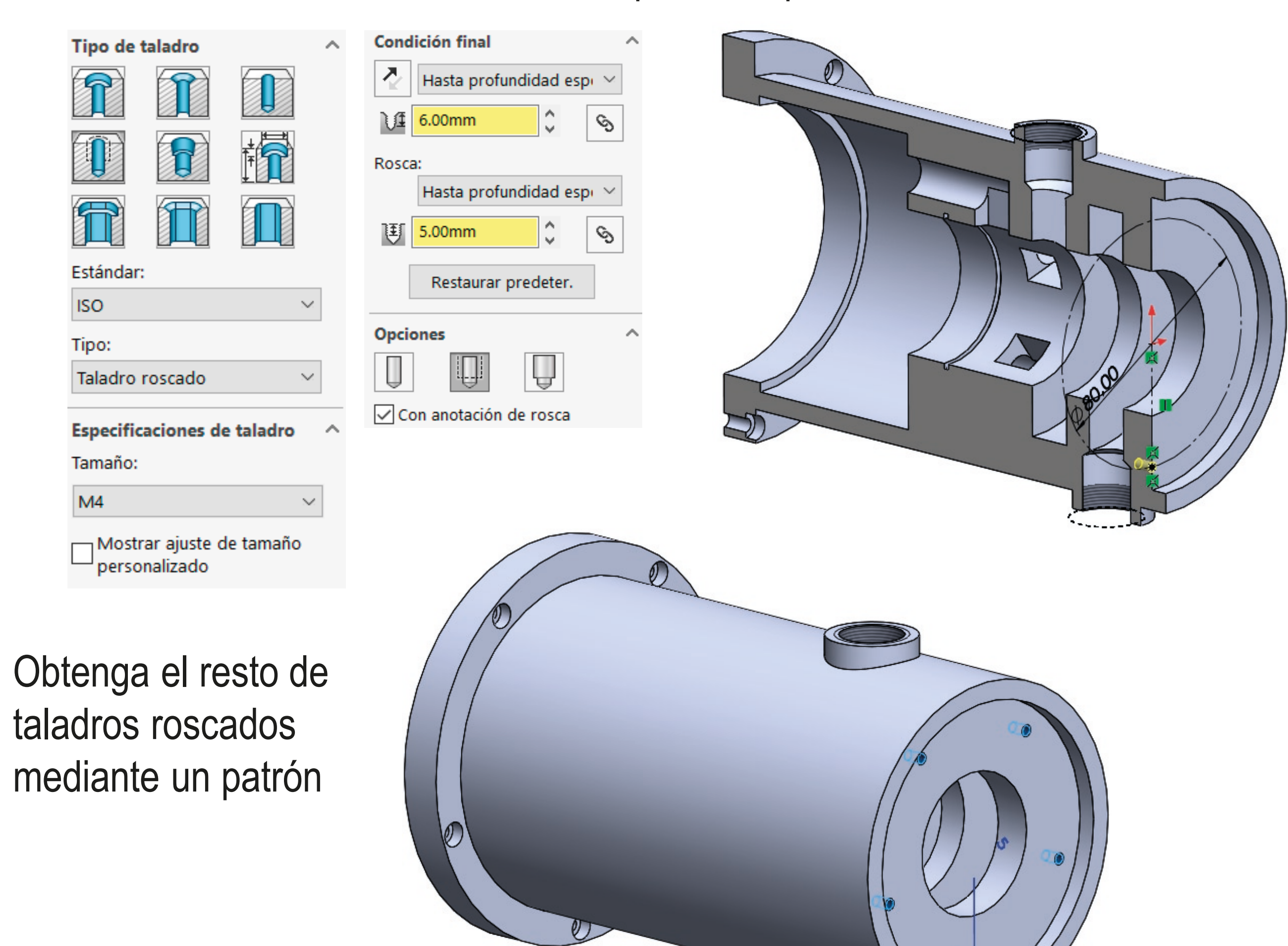
- Obtenga el resto de taladros refrentados mediante un patrón

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

√ Añada un taladro roscado en el hueco para la tapeta



√ Obtenga el resto de taladros roscados mediante un patrón

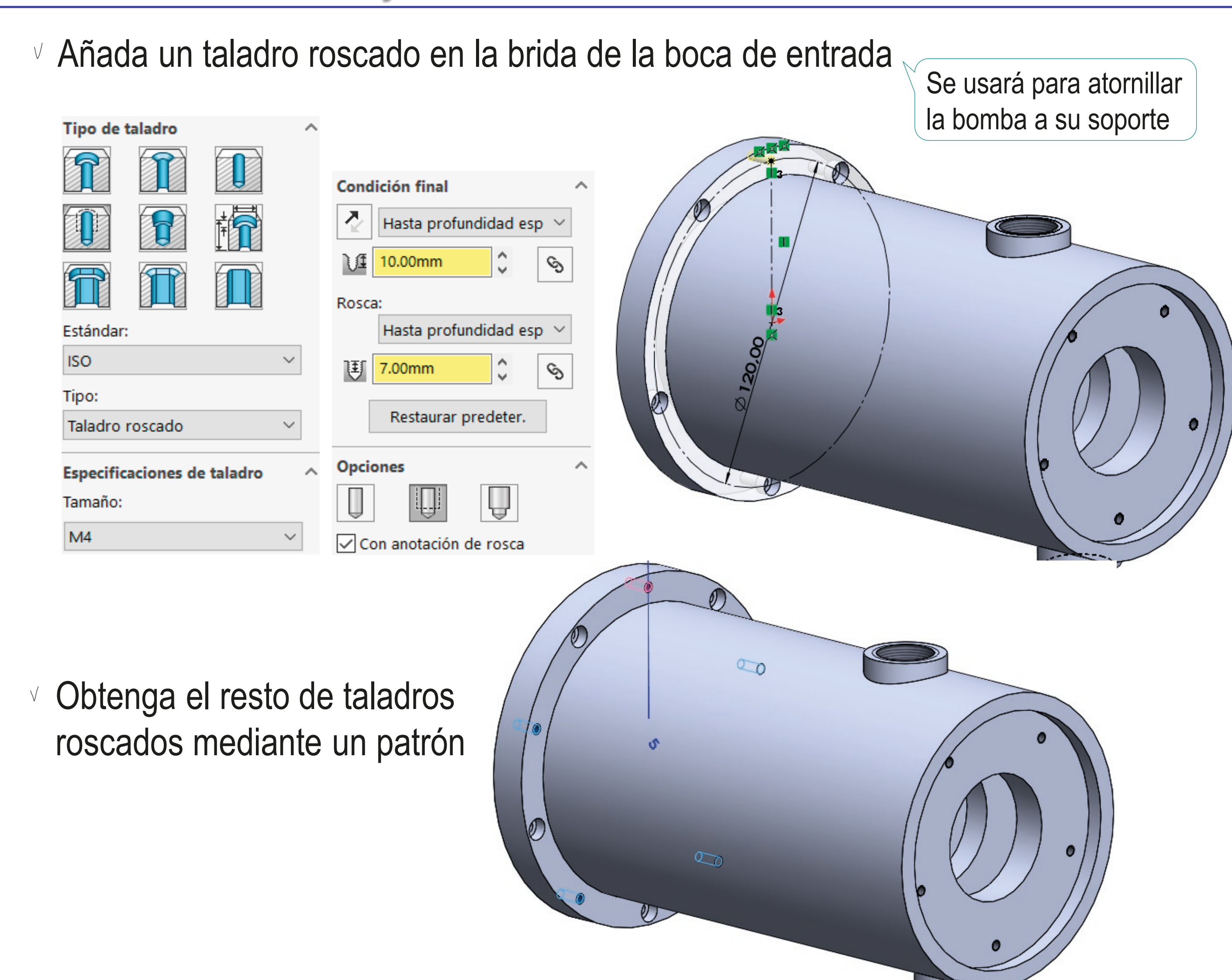
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

- Añada un taladro roscado en la brida de la boca de entrada

Se usará para atornillar la bomba a su soporte



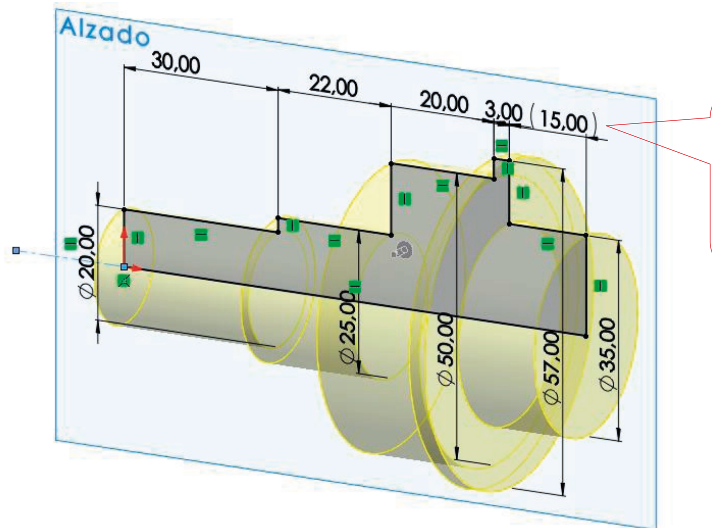
- Obtenga el resto de taladros roscados mediante un patrón

Ejecución: modelado

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

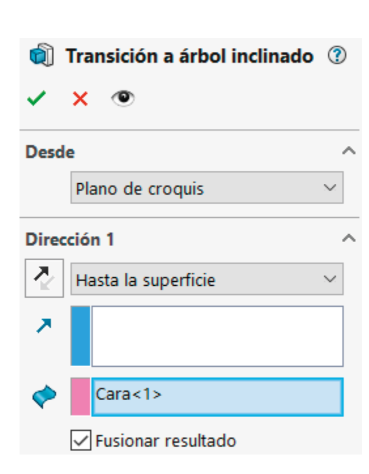
Modele el árbol:

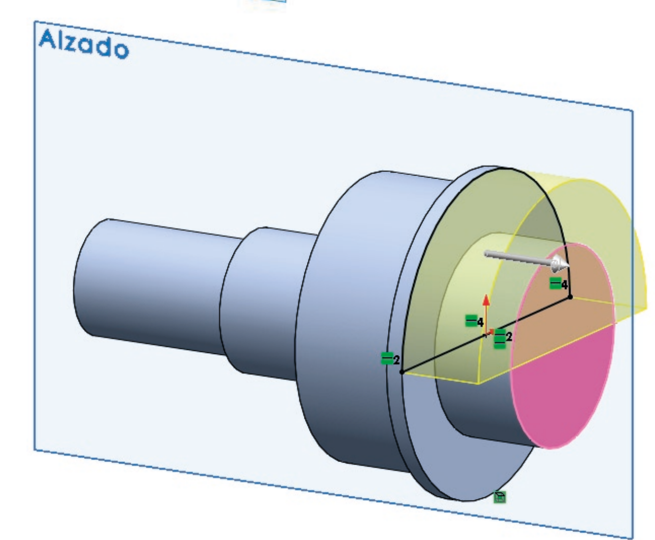
√ Obtenga el tramo de entrada por revolución de un perfil dibujado en el alzado



La longitud de éste tramo es arbitraria, porque posteriormente se va a recortar

√ Aplique una extrusión para añadir el regruesamiento superior del tramo final





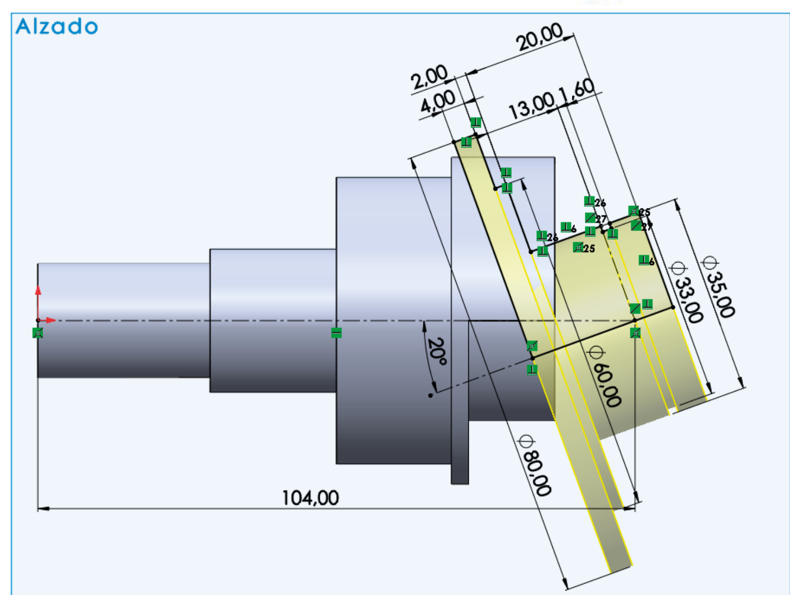
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

√ Redondee las aristas de transición del regruesamiento del semieje

√ Utilice el plano del alzado para dibujar el croquis del perfil del tramo inclinado del árbol



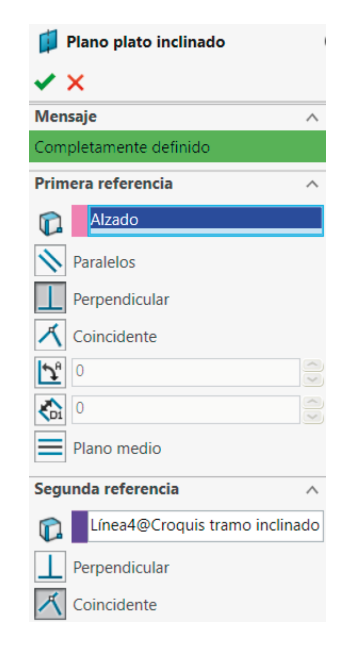
ISBN: 978-84-18951-43-5

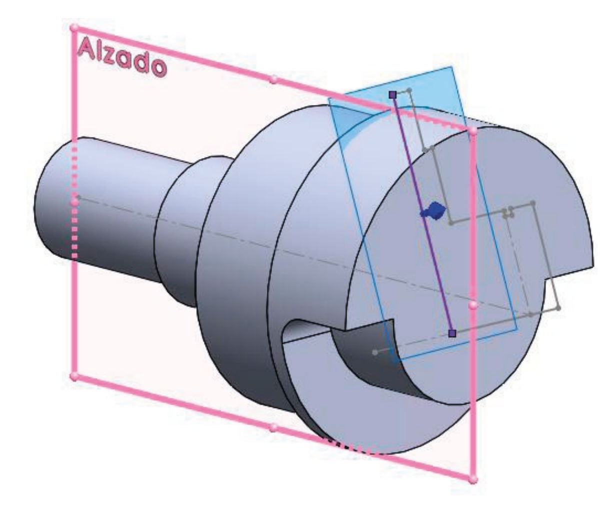
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

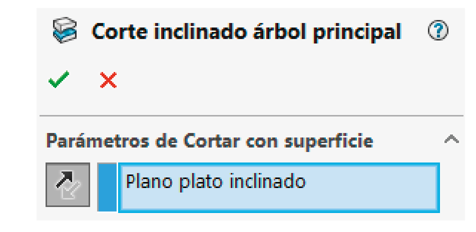
Ejecución: modelado

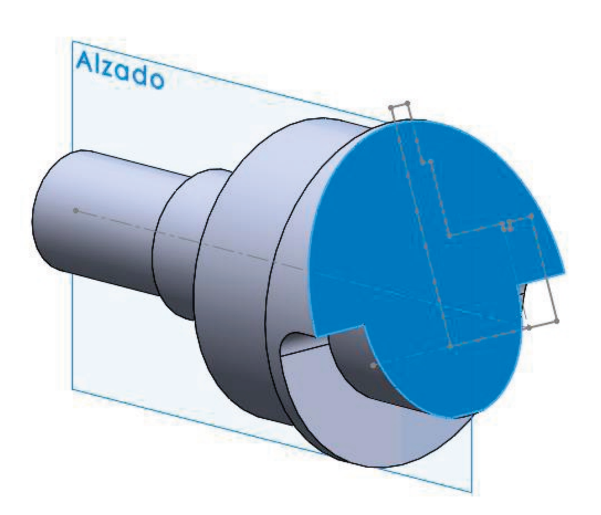
- Utilice la línea de base del croquis del tramo inclinado para definir el plano datum de base del tramo inclinado





- Utilice *cortar mediante superficie* para cortar la parte del árbol de entrada que se solapa con el tramo inclinado



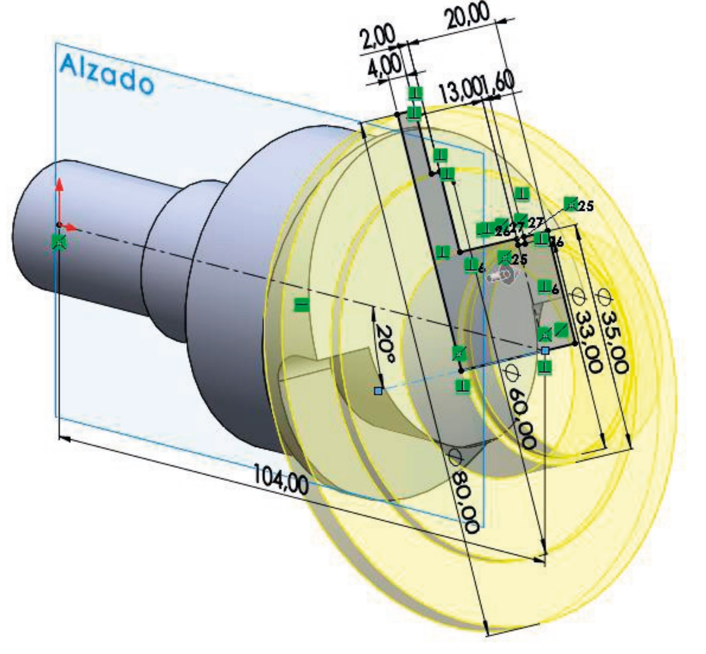


ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

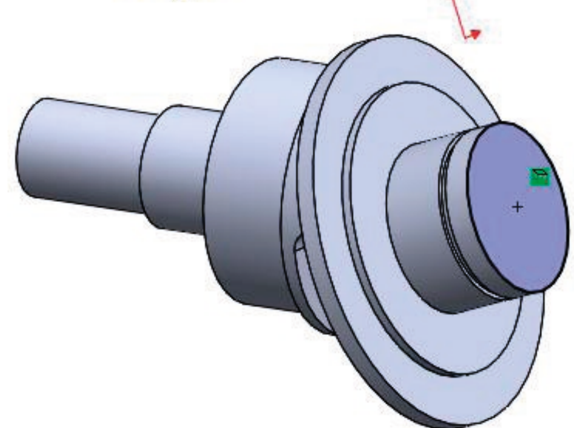
Ejecución: modelado

√ Obtenga el plato inclinado por revolución del perfil anterior



√ Utilice la cara superior del tramo inclinado como datum al vuelo para obtener un croquis de una circunferencia que coincida con el borde de la cara

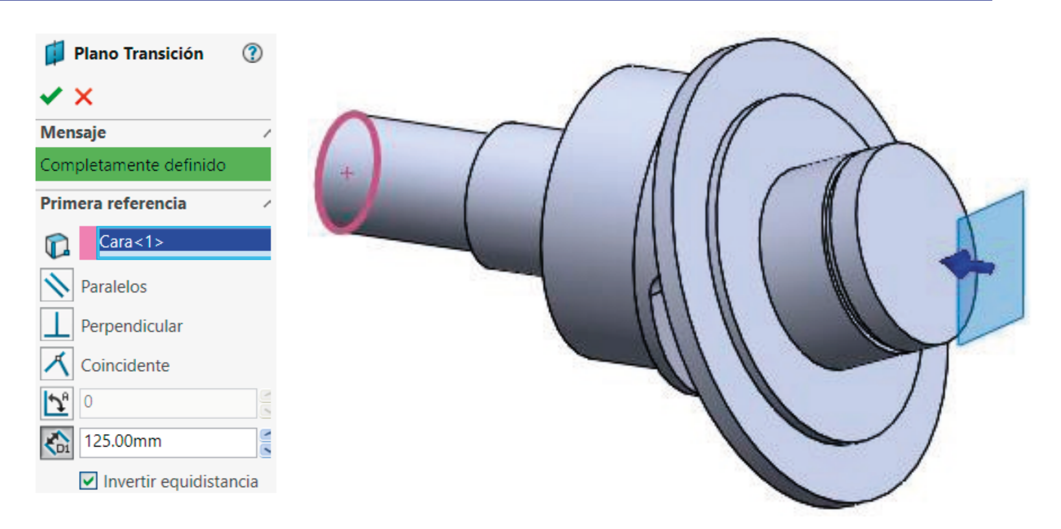
Utilice *Convertir entidades*



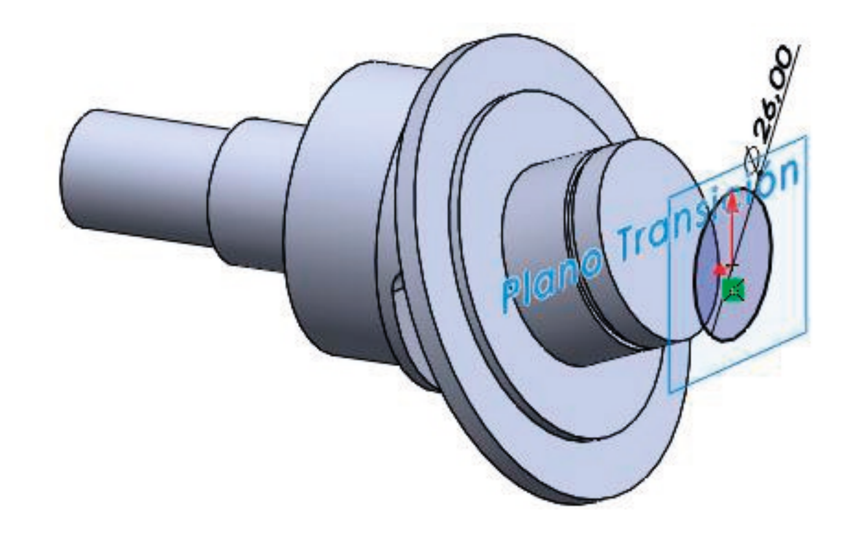
ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

- Obtenga un plano datum paralelo a la cara de entrada del árbol

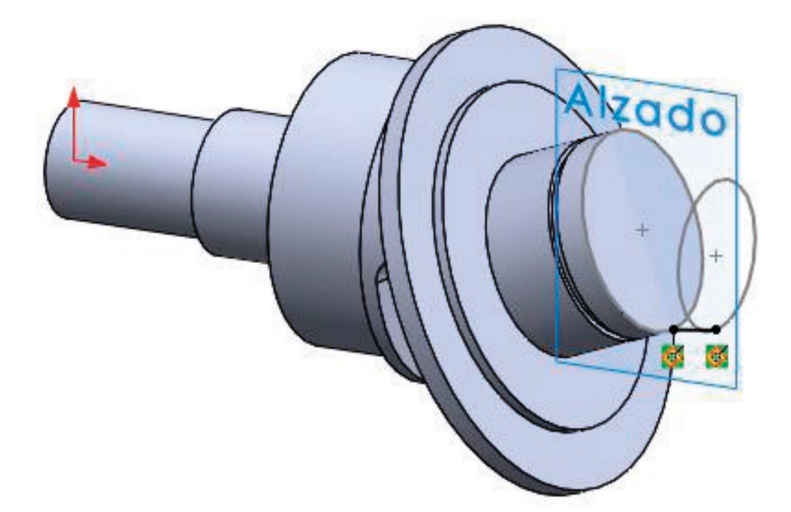


- Dibuje, en el plano datum, una circunferencia concéntrica con la cara de entrada del árbol



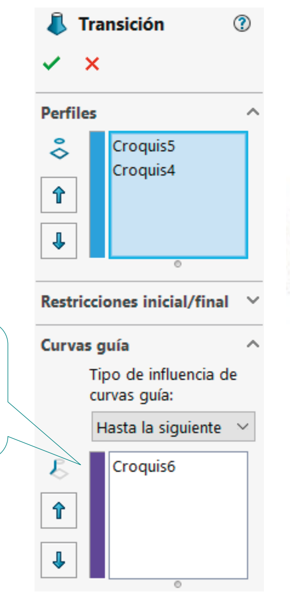
Ejecución: modelado

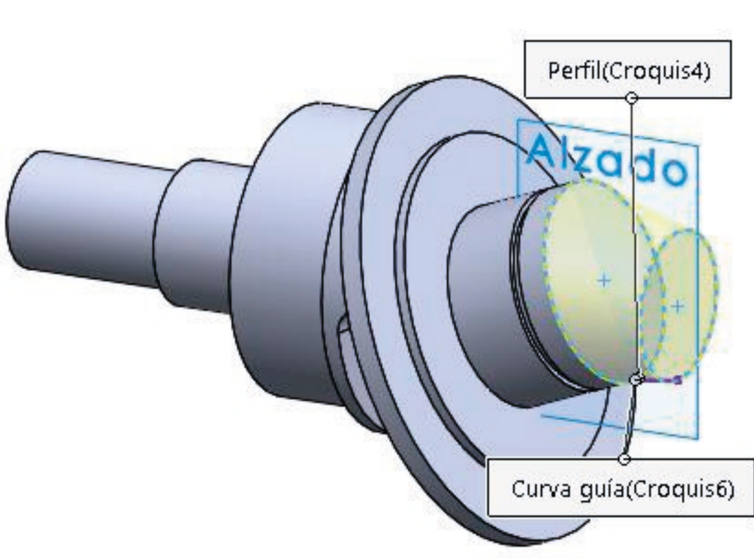
- En el alzado, dibuje un croquis de un segmento de recta que conecte los dos croquis anteriores



- Utilice los tres croquis anteriores para definir un sólido de recubrimiento

Utilice el croquis del segmento de recta como *Curva guía*





ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

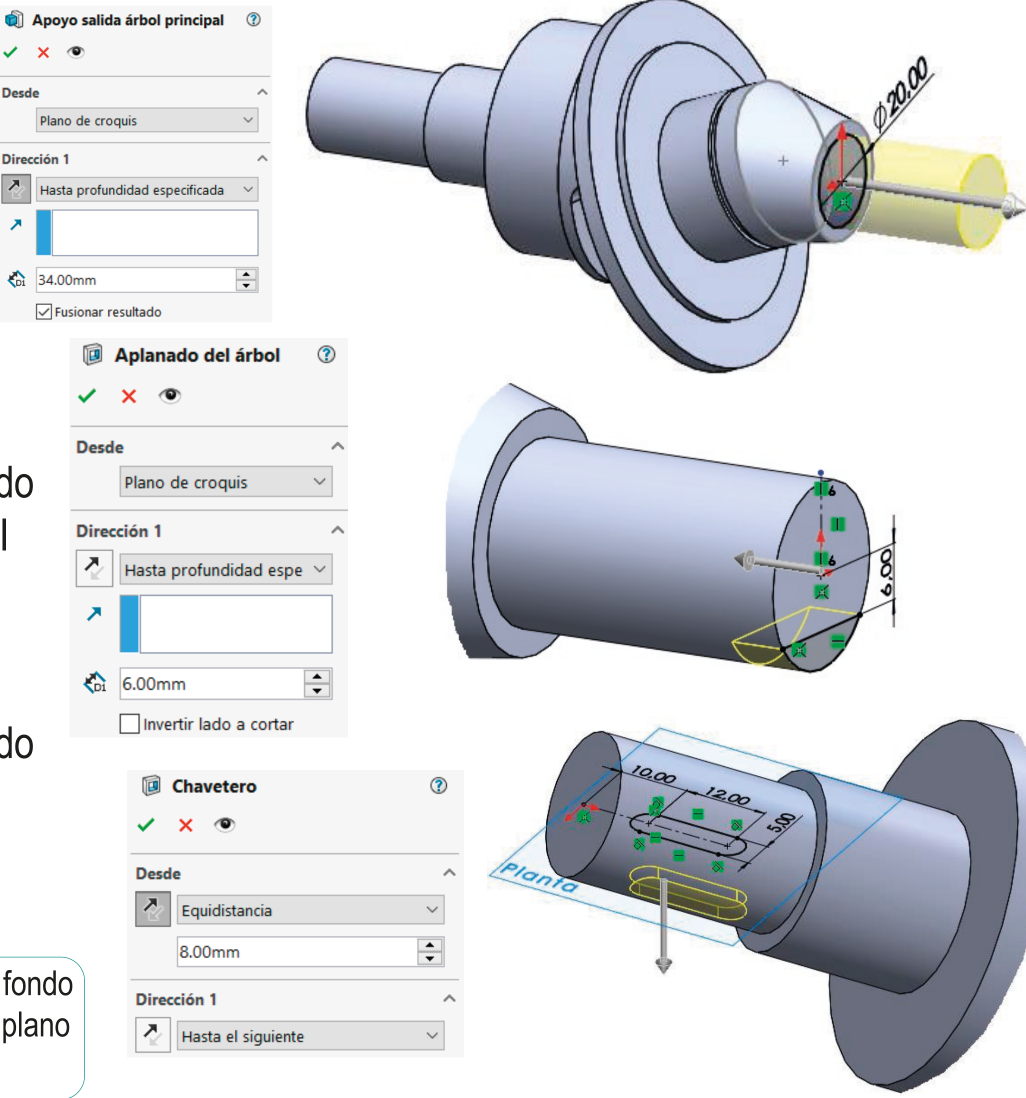
Ejecución: modelado

- Obtenga el tramo de salida del árbol mediante una extrusión desde la cara final de la transición

- Utilice un corte extruido desde la cara final del árbol para obtener el aplanado

- Utilice un corte extruido con desplazamiento, desde la planta, para obtener el chavetero

Alternativamente, defina el fondo del chavetero mediante un plano datum, y extruya desde él



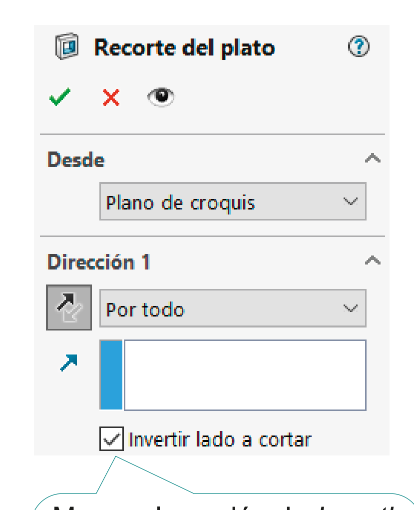
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

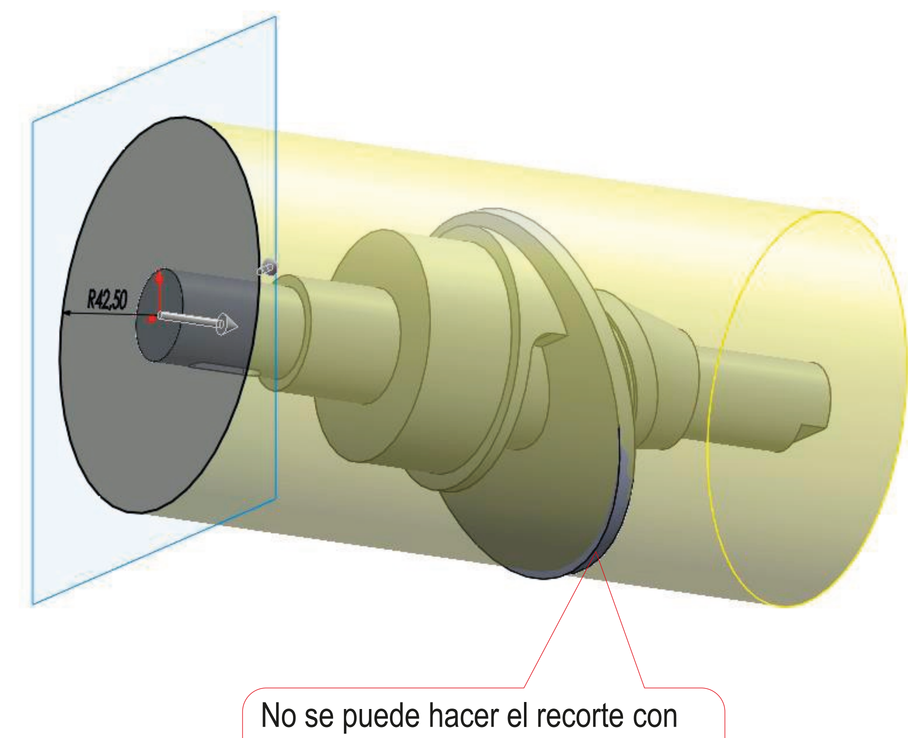
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

√ Utilice un croquis circular en la vista lateral para aplicar un corte extruido que recorte la parte sobresaliente del plato inclinado



Marque la opción de *Invertir lado a cortar*, para que se elimine la parte del plato que queda fuera del cilindro

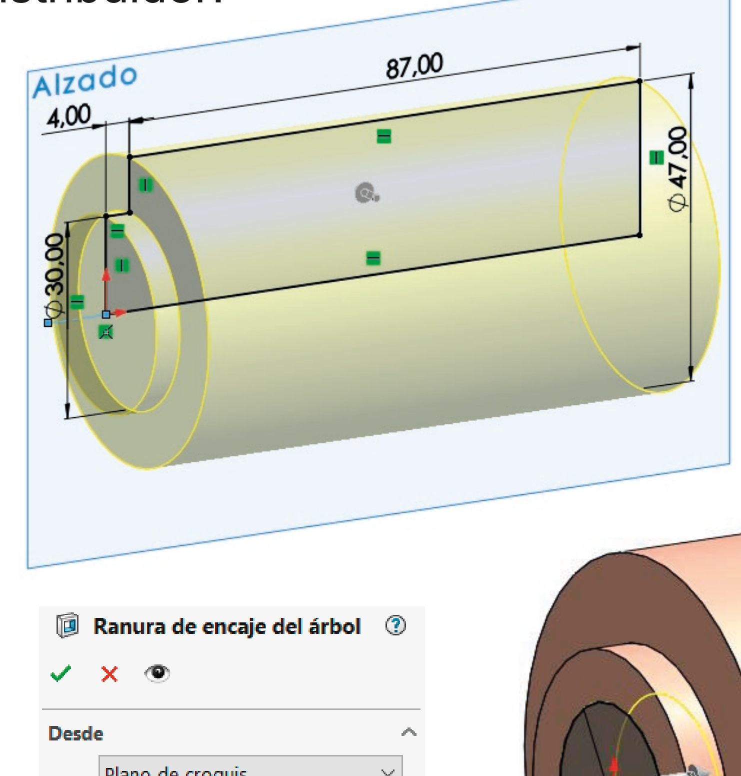


No se puede hacer el recorte con redondeo, porque se propagaría a lo largo de todo el canto circular

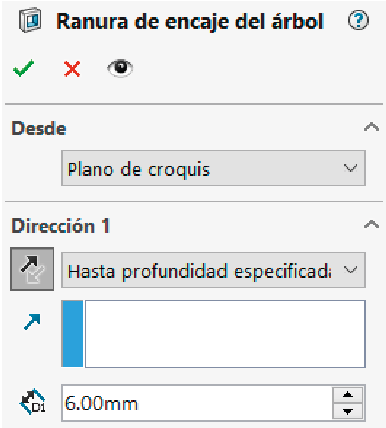
Ejecución: modelado

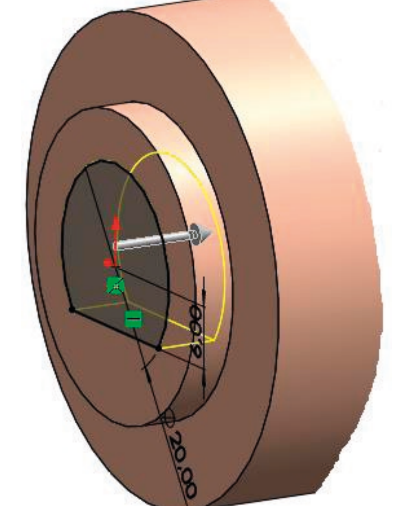
Modele el tambor distribuidor:

√ Obtenga el bloque cilíndrico por revolución de un perfil dibujado en el alzado



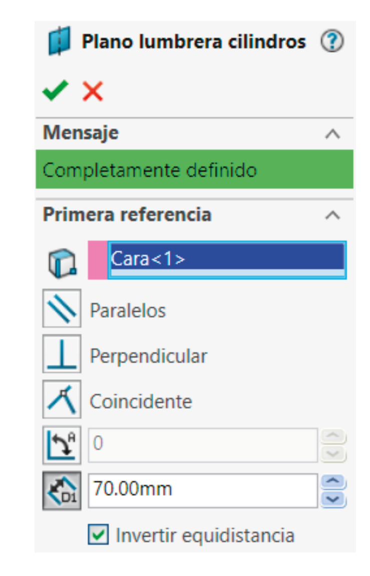
√ Obtenga la ranura de encaje del árbol por corte extruido de un perfil dibujado al vuelo en la cara de Ø30 del bloque cilíndrico

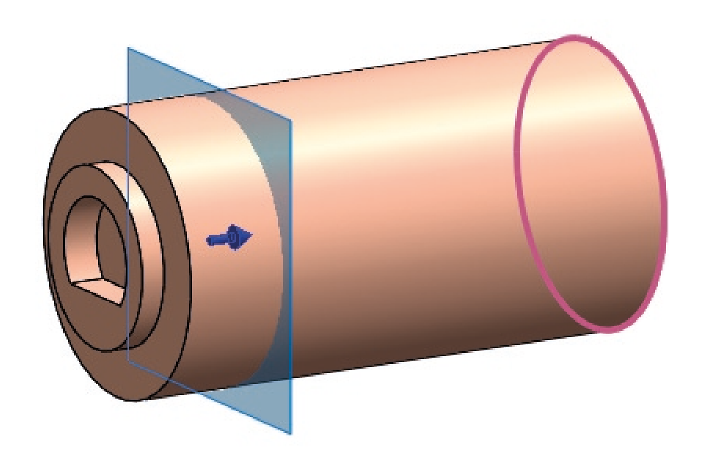




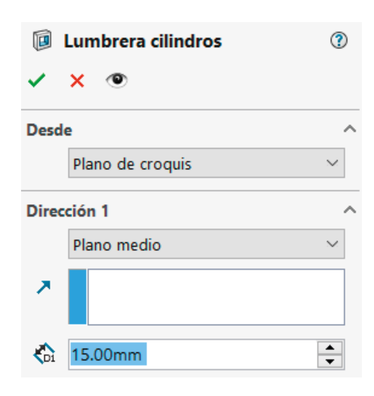
- Defina un plano datum para las lumbreras de los cilindros

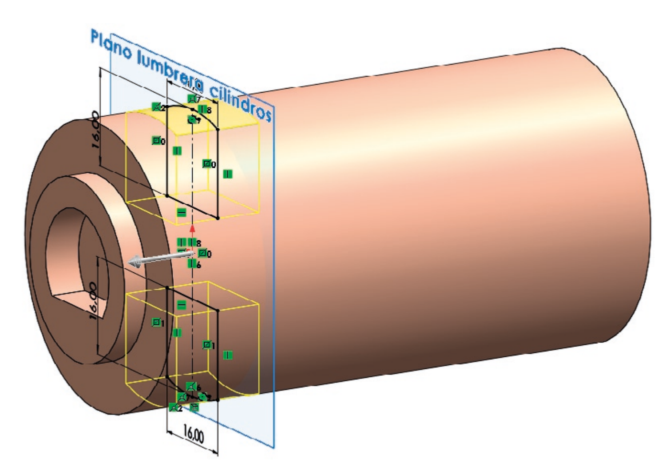
Debe hacerse coincidente con el datum "lumbreras" de la carcasa





- Obtenga las lumbreras por extrusión (a ambos lados) de su perfil dibujado en el plano datum

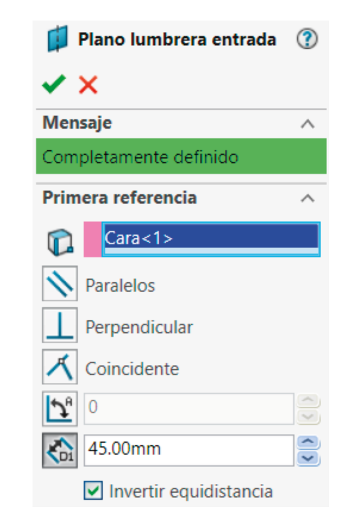


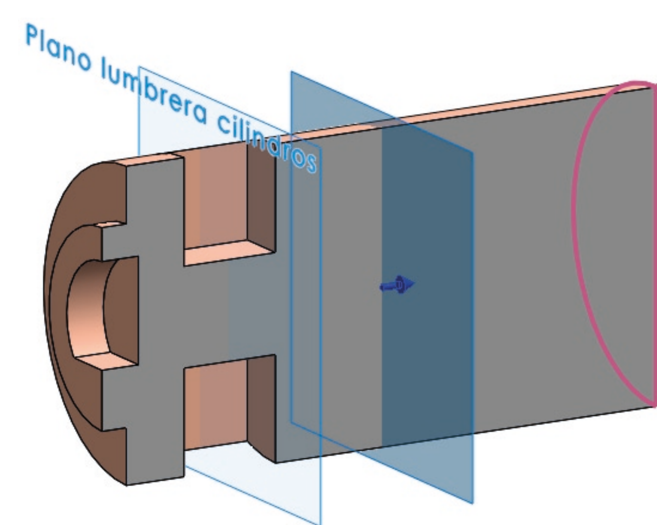


Ejecución: modelado

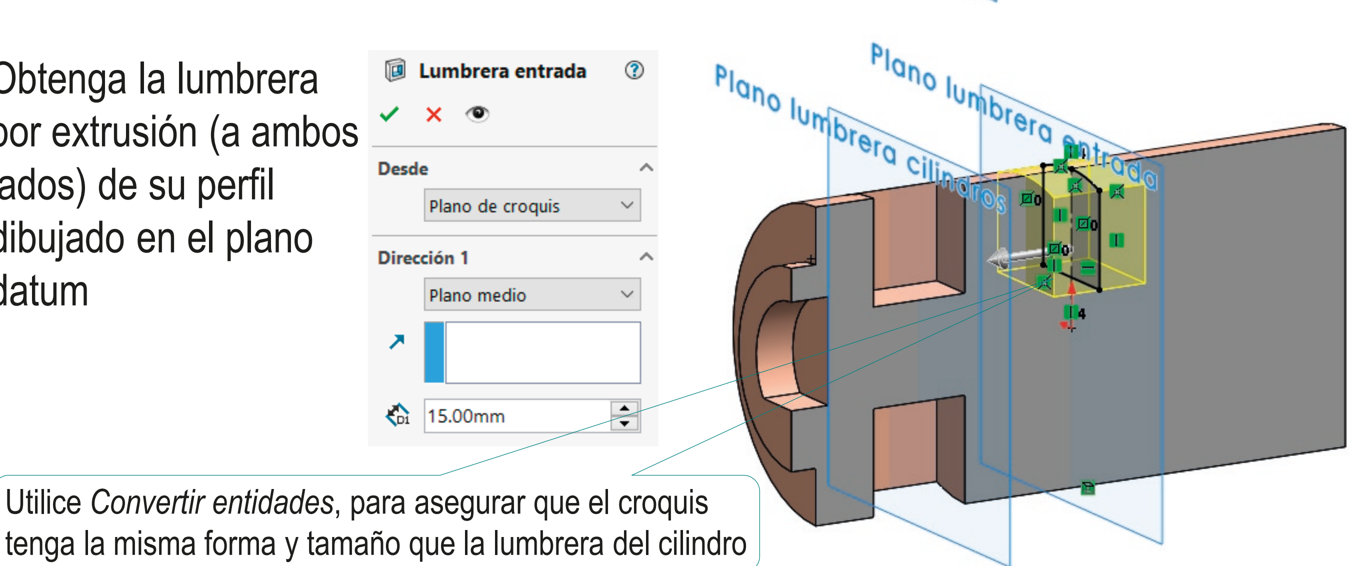
√ Defina un plano datum para la lumbrera de entrada

Debe hacerse coincidente con el datum "entrada" de la carcasa





√ Obtenga la lumbrera por extrusión (a ambos lados) de su perfil dibujado en el plano datum



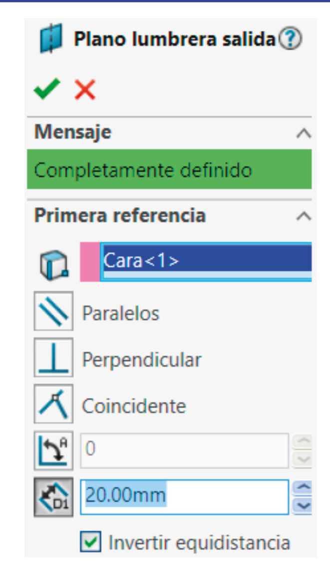
Utilice *Convertir entidades*, para asegurar que el croquis tenga la misma forma y tamaño que la lumbrera del cilindro

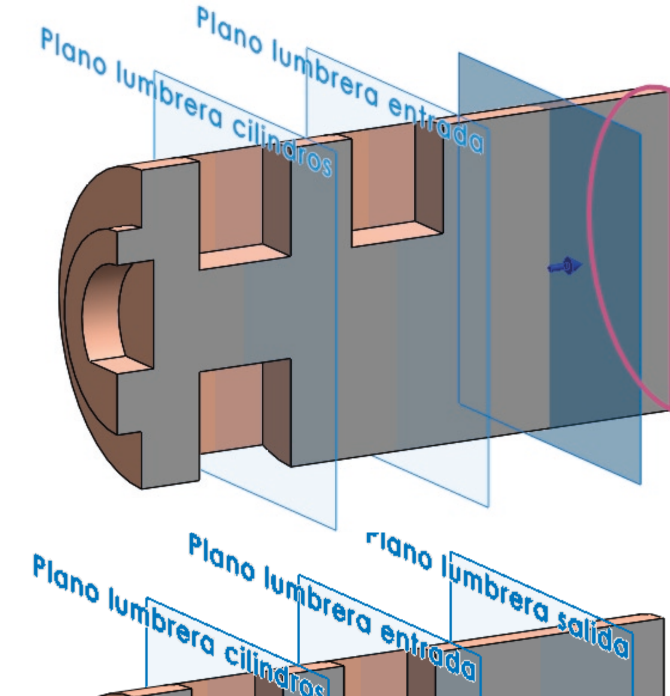
Ejecución: modelado

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

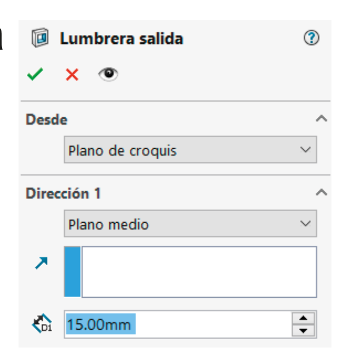
√ Defina un plano datum para la lumbrera de salida

Debe hacerse coincidente con el datum "salida" de la carcasa





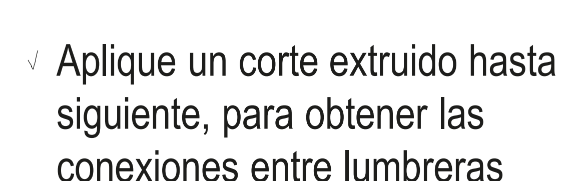
√ Obtenga la lumbrera por extrusión (a ambos lados) de su perfil dibujado en el plano datum



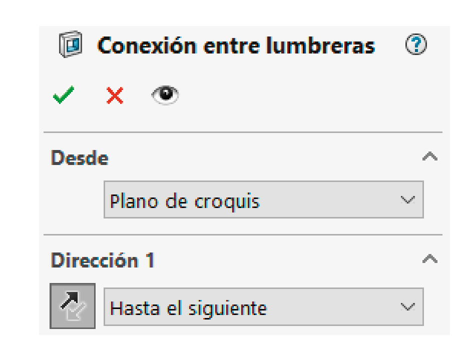
Plano lumbrera cilindros
Plano lumbrera entrada
Plano lumbrera salida

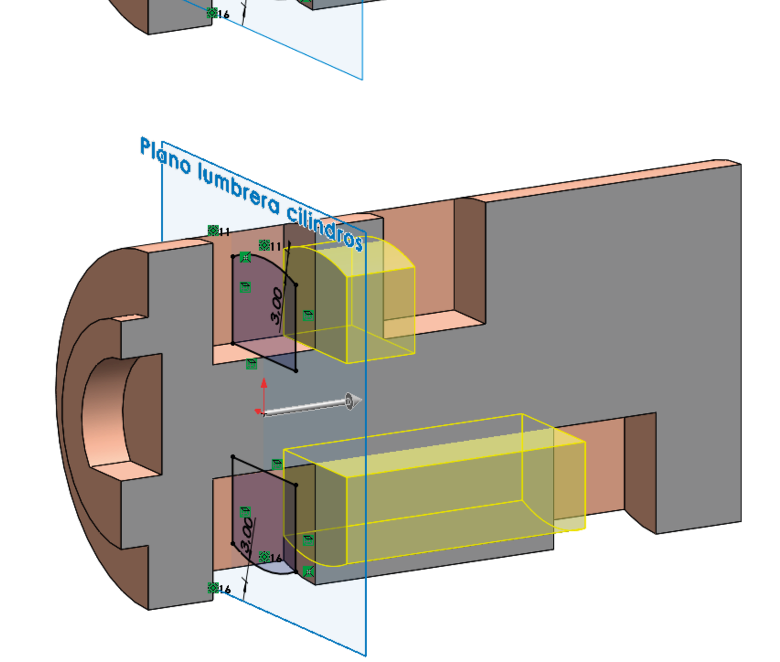
Utilice *Convertir entidades*, para asegurar que el croquis tenga la misma forma y tamaño que la lumbrera del cilindro

√ Utilice el plano datum de las lumbreras de los cilindros para croquizar los perfiles de las conexiones entre lumbreras



√ Aplique un corte extruido hasta siguiente, para obtener las conexiones entre lumbreras



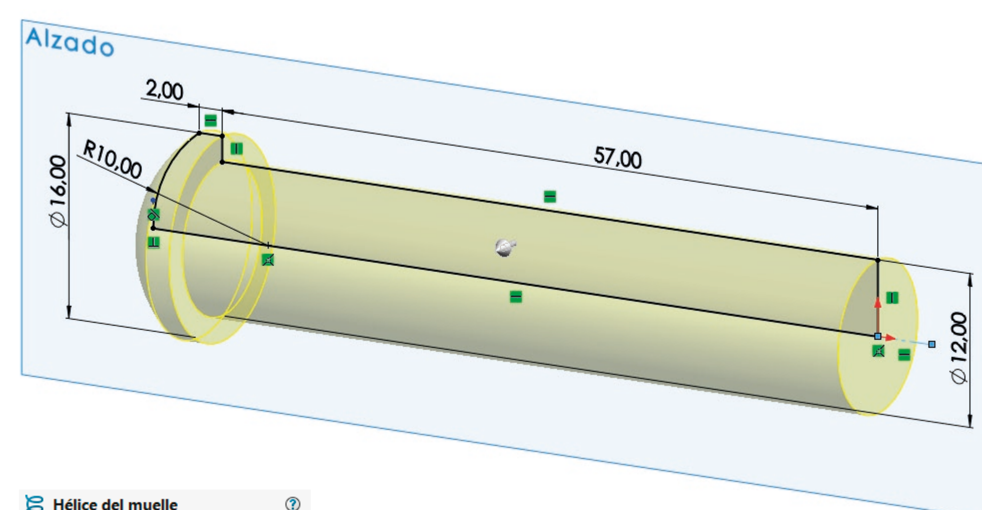


Ejecución: modelado

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

Modele el pistón:

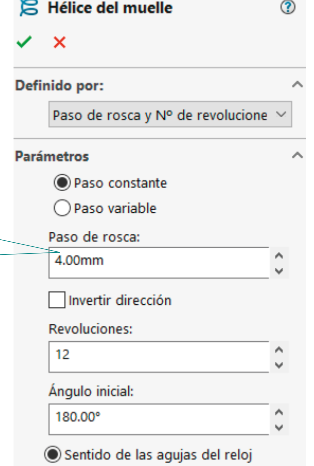
- Obtenga el pistón por revolución de un perfil dibujado en el alzado

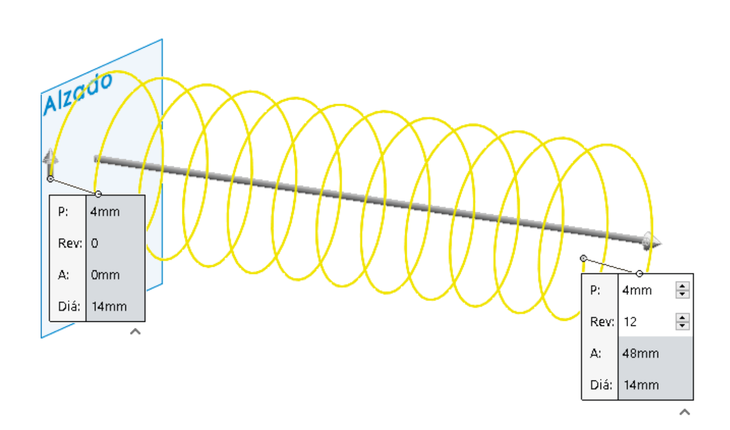


Modele el muelle precomprimido:

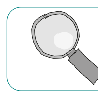
- Obtenga el recorrido helicoidal

La longitud debe ser mayor que la que se quiere tras recortar





¡Se modela la longitud precomprimida, porque no se puede simular la compresión dinámica al ensamblarlo!



Para simular comportamiento dinámico, consulte la lección 5 (movimiento) del tomo 2

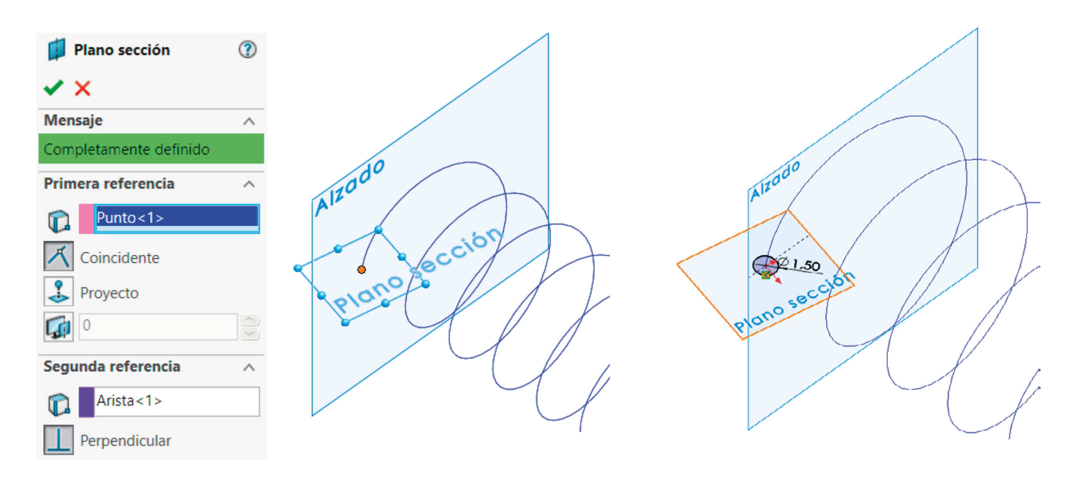
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

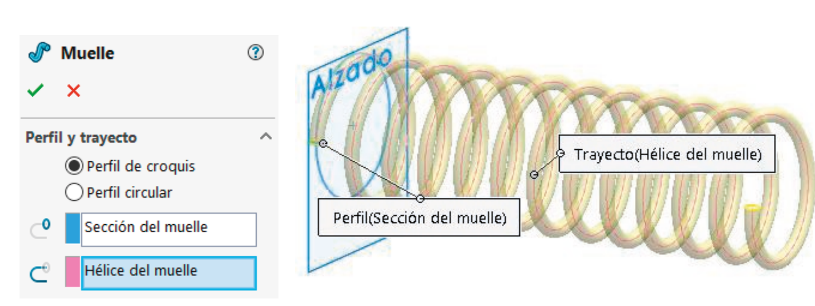
Ejecución: modelado

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

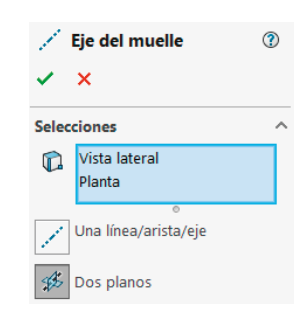
- Dibuje la sección circular sobre un plano datum perpendicular a la hélice por su punto inicial

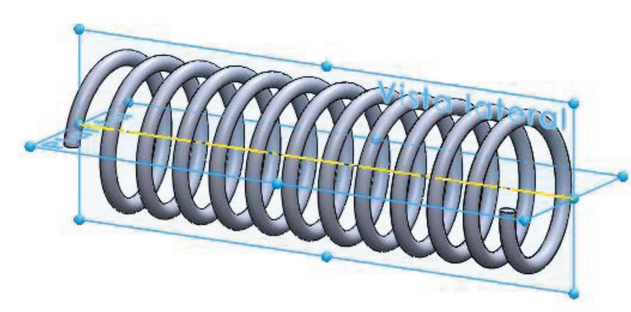


- Obtenga un muelle por barrido helicoidal



- Añada un eje datum, que sirva como asa de ensamblaje



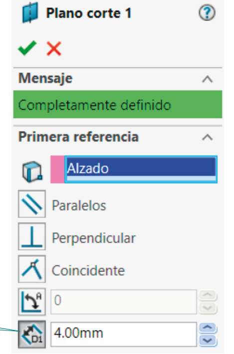


CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

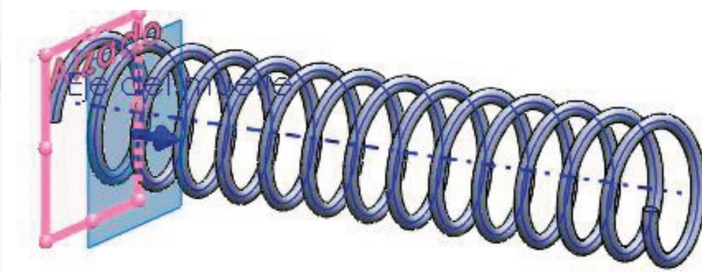
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

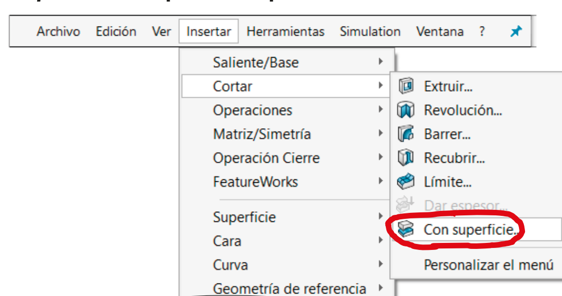
- Obtenga un plano datum paralelo al alzado, y a la distancia del extremo inicial a la que quiera hacer el corte

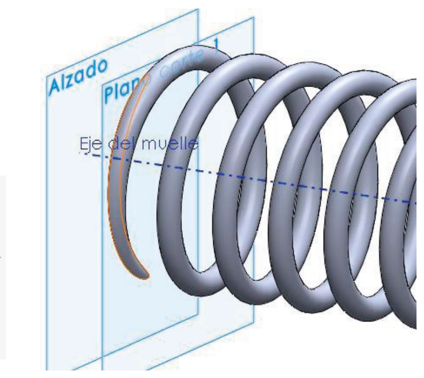


Distancia igual a una vuelta

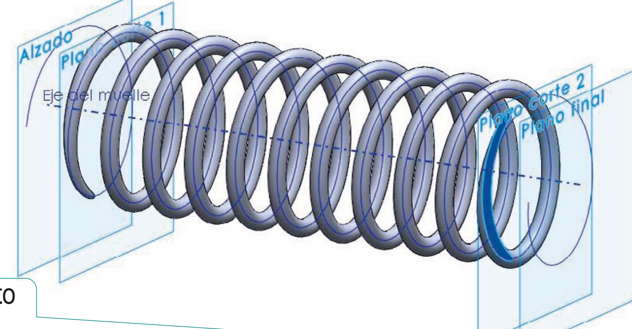


- Utilice el comando *Cortar con superficie* para aplanar la base





- Repita el procedimiento con otro plano datum situado la distancia deseada del extremo final



Utilice un plano datum que pase por el punto final de la hélice y sea paralelo al alzado

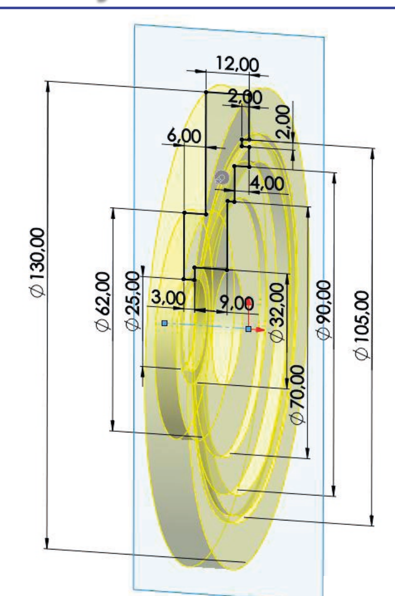
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

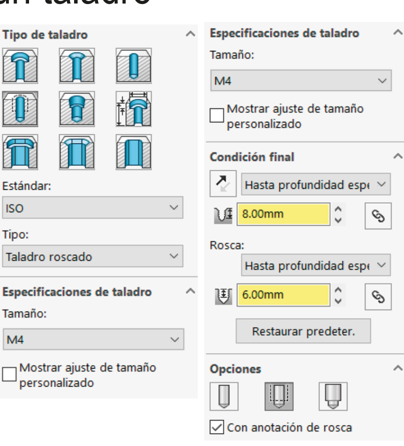
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

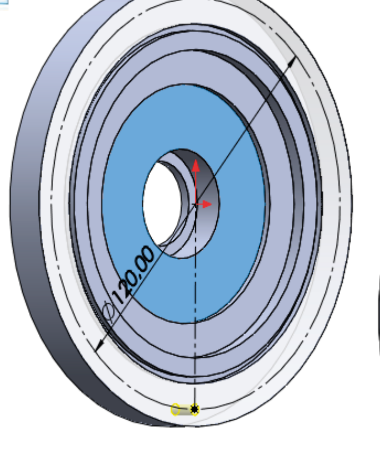
Modele la tapa:

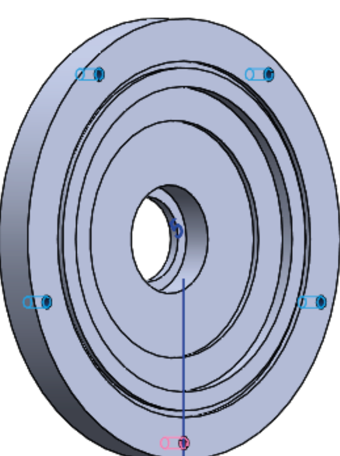
- Obtenga la forma principal por revolución de un perfil dibujado en el alzado



- Añada un taladro







- Obtenga el resto de taladros mediante un patrón

ISBN: 978-84-18951-43-5

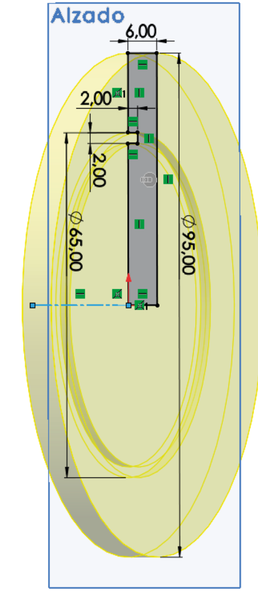
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: modelado

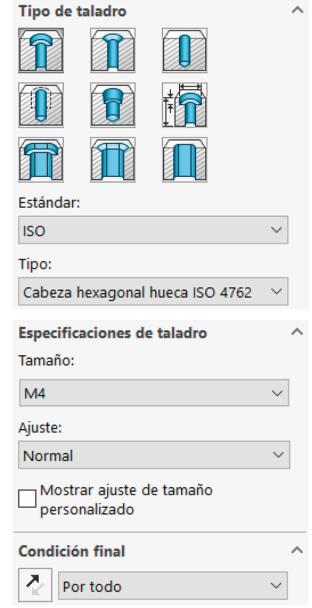
Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

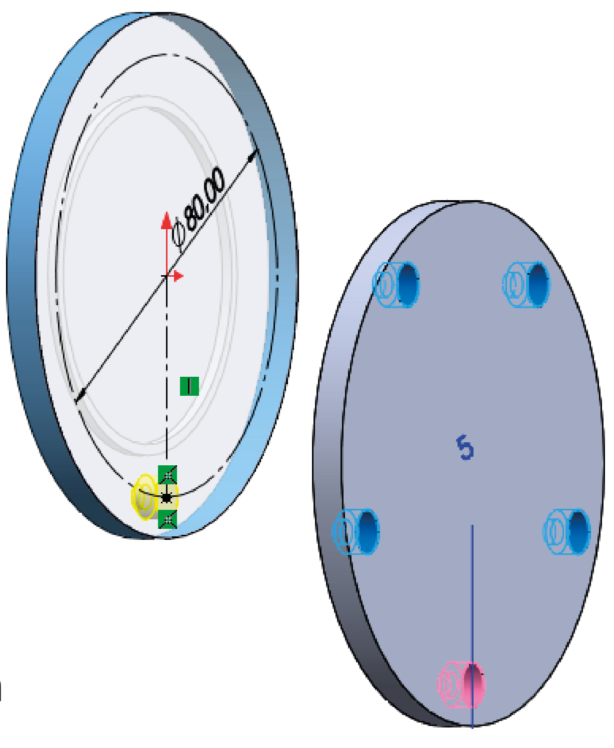
Modele la tapeta:

- Obtenga la forma principal por revolución de un perfil dibujado en el alzado



- Añada un taladro





- Obtenga el resto de taladros mediante un patrón

ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Modele el disco de fricción:

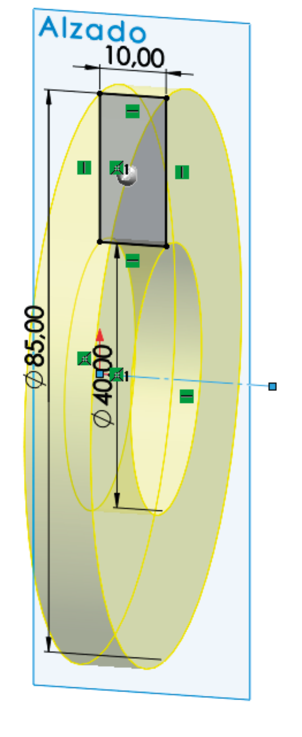
√ Obtenga el disco por revolución de su perfil dibujado en el alzado

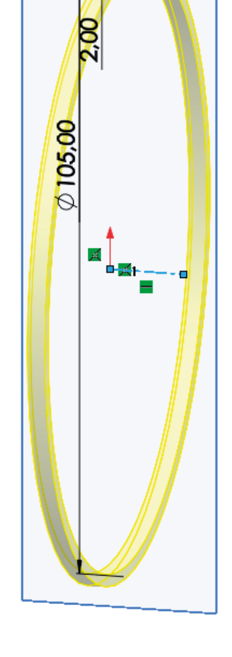
Modele la junta de la tapa:

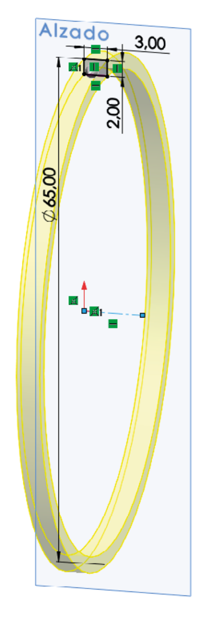
√ Obtenga la junta de la tapa por revolución de su perfil dibujado en el alzado

Modele la junta de la tapeta:

√ Obtenga la junta de la tapeta por revolución de su perfil dibujado en el alzado

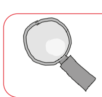






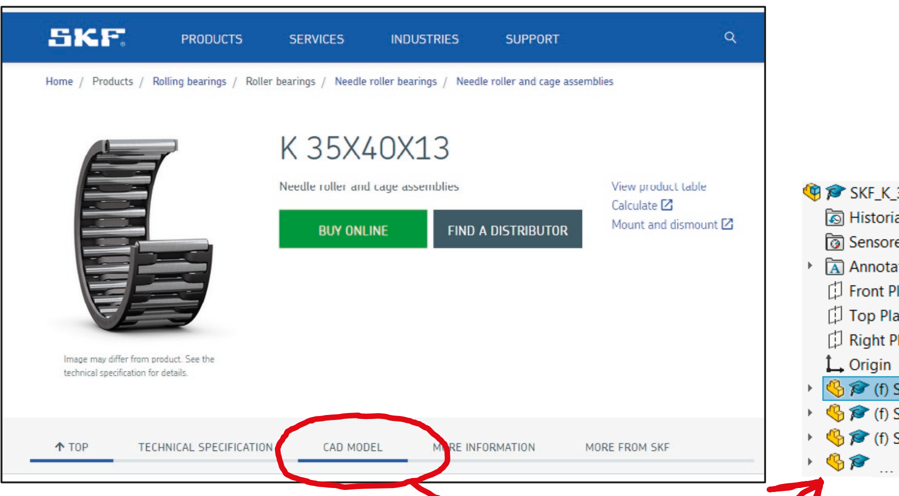
Ejecución: modelado

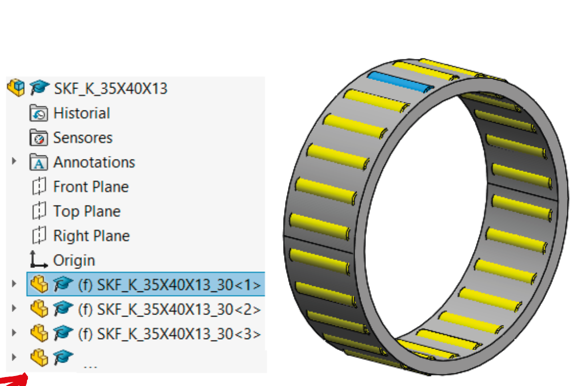
Descargue el ensamblaje CAD del rodamiento tipo corona de agujas, desde el sitio web de un fabricante:



¡Es necesario para ensamblar el árbol, pero NO está disponible en el Toolbox!

√ Visite la web del fabricante:





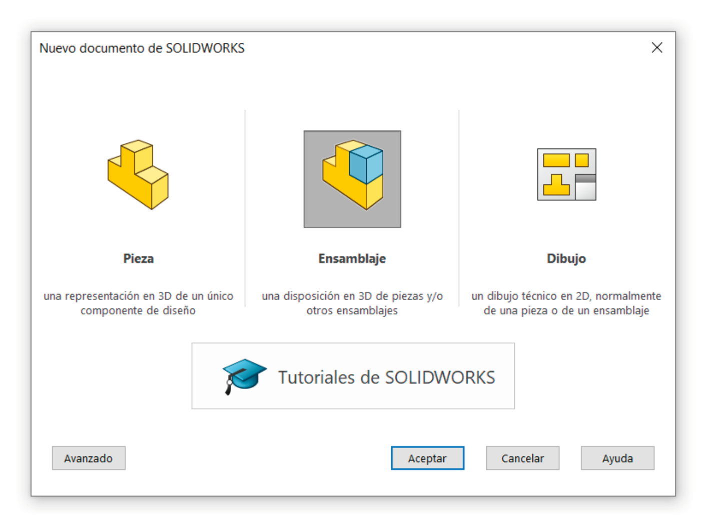
√ Seleccione el modelo de rodamiento y el formato del modelo CAD



Ejecución: ensamblaje

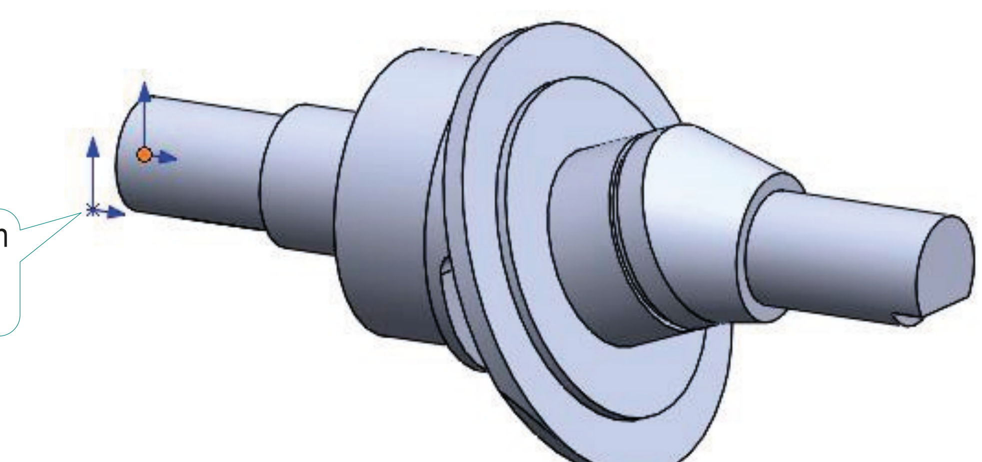
Ensamble el subconjunto del árbol:

√ Empiece un ensamblaje nuevo



√ Coloque el árbol como pieza base

Empareje su origen con el origen del ensamblaje



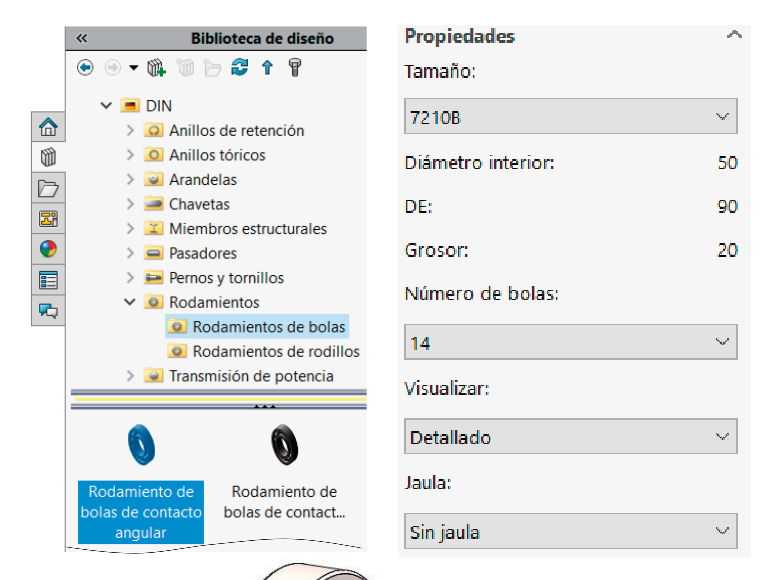
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

√ Añada el rodamiento angular de la tapa:

√ Seleccione el rodamiento desde el Toolbox



√ Empareje el agujero de su cubo con el tramo de ⌀50 del árbol

√ Empareje la cara interior de la cara lateral del tramo de ⌀57 del árbol con la cara lateral del anillo interior del rodamiento

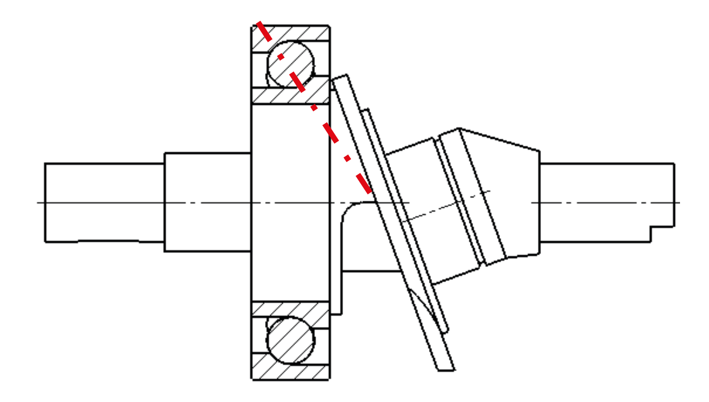
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

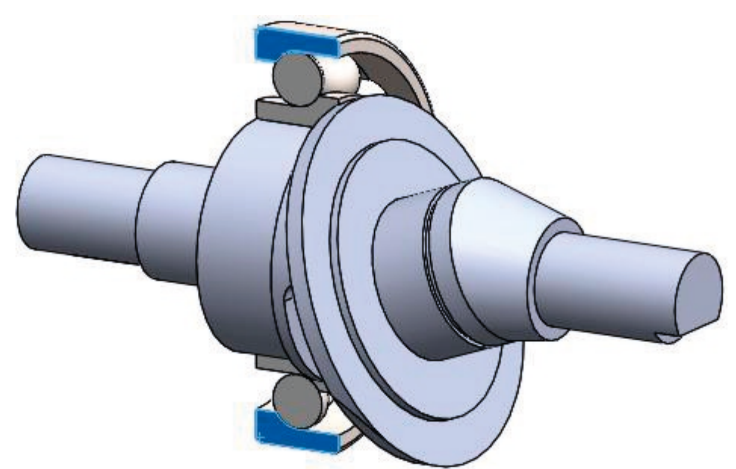
Recuerde que el rodamiento es angular, y se debe montar en el sentido correcto:

- Para que la tapa sujete al árbol a través del rodamiento, el ángulo de contacto debe converger hacia el lado opuesto a la tapa



- El anillo exterior de un rodamiento angular es grueso en un lado (llamado "espalda") y fino en el otro (llamado "cara")

- El lado grueso ("espalda") del anillo exterior del rodamiento de la tapa debe estar del lado de la tapa



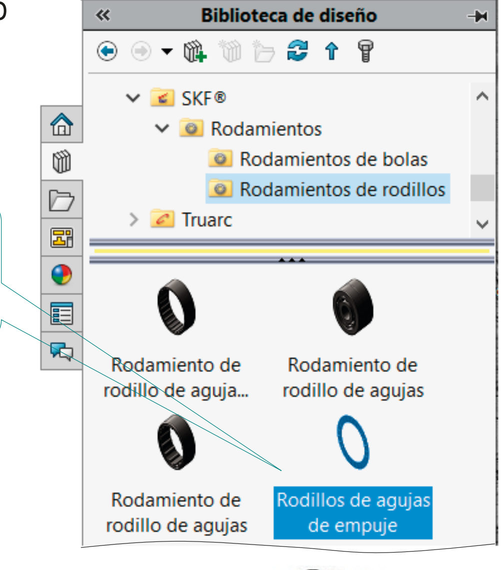
ISBN: 978-84-18951-43-5

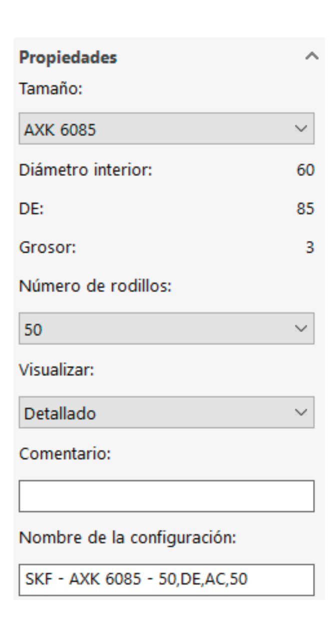
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

√ Añada el rodamiento radial de agujas del plato:

√ Seleccione el rodamiento desde el Toolbox

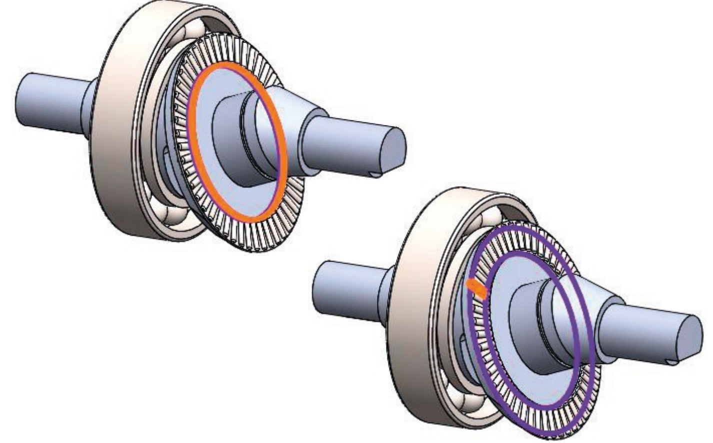
Se usa un rodamiento de SKF que SI que está incluido en el Toolbox





√ Haga concéntricos el agujero del anillo interior y el tramo inclinado de ø60 del árbol

√ Apoye uno de los rodillos sobre la cara lateral del tramo de ø80



Ejecución: ensamblaje

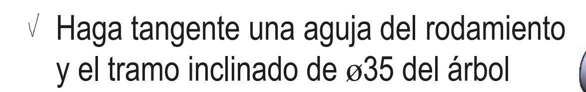
√ Añada el rodamiento de corona de agujas:

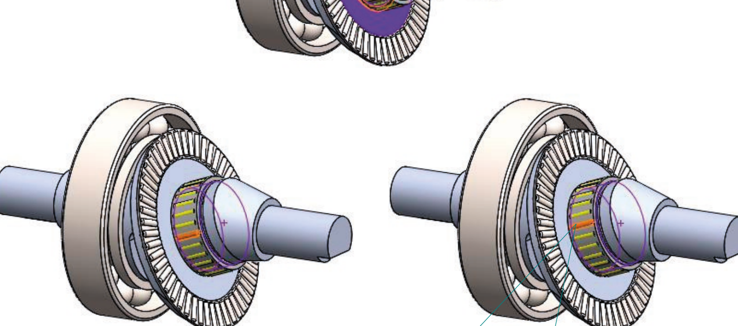
- √ Añada el ensamblaje del rodamiento, descargado del catálogo del fabricante, al ensamblaje del árbol

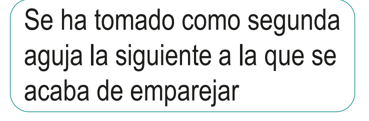
Insertar componentes


El rodamiento NO está incluido en Toolbox

- √ Apoye la base del casquillo sobre la cara lateral del tramos de ø60

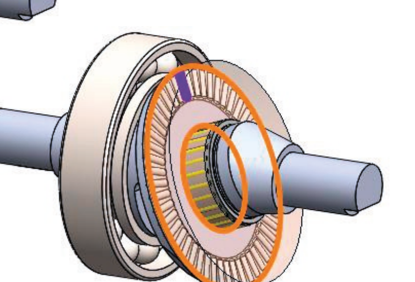

- √ Haga tangente una aguja del rodamiento y el tramo inclinado de ø35 del árbol
- √ Haga tangente otra aguja del rodamiento y el tramo inclinado de ø35 del árbol




Se ha tomado como segunda aguja la siguiente a la que se acaba de emparejar


√ Añada el disco de fricción:

- √ Haga tangente el agujero cilíndrico del disco con una de las agujas de la corona de agujas
- √ Haga tangente la base del disco con una aguja del rodamiento axial de agujas



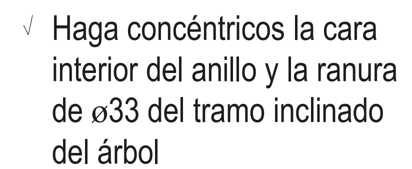
ISBN: 978-84-18951-43-5

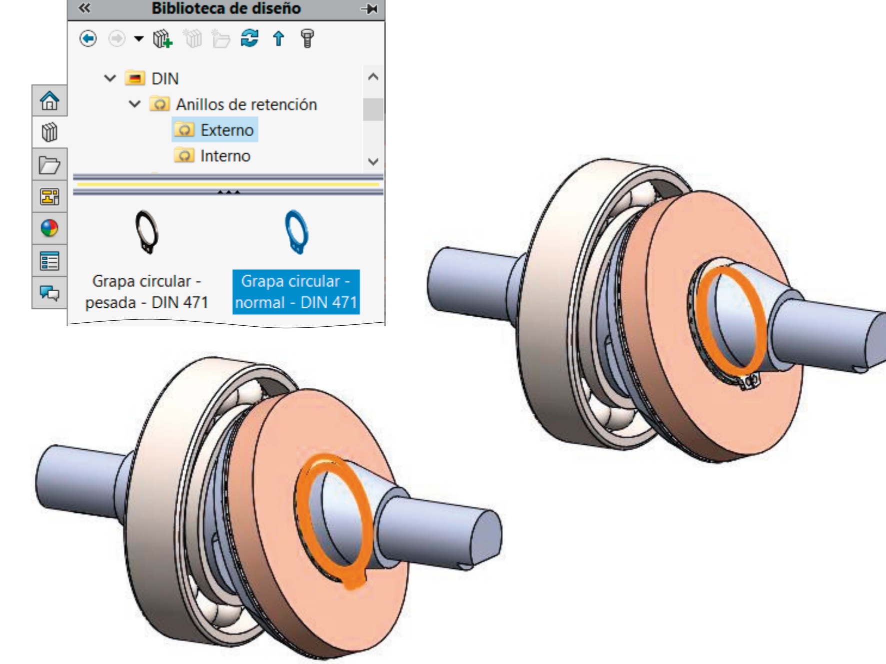
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

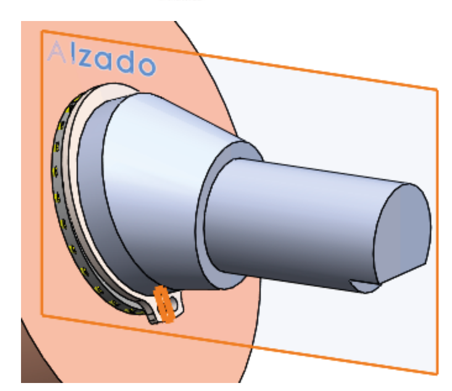
- Añada el anillo elástico que sujeta al disco de fricción:
  - Obtenga el anillo elástico del Toolbox





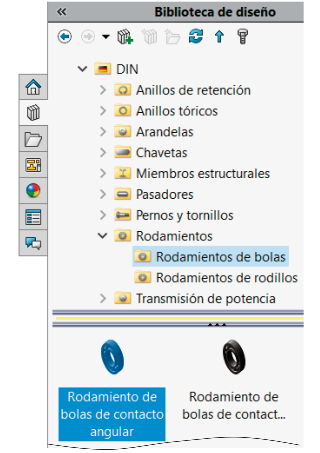
  - Haga concéntricos la cara interior del anillo y la ranura de ø33 del tramo inclinado del árbol
  - Apoye una de las dos caras laterales del anillo sobre la cara lateral de la ranura
  - Empareje la cara interior de una de las dos pestañas del anillo con el plano del alzado

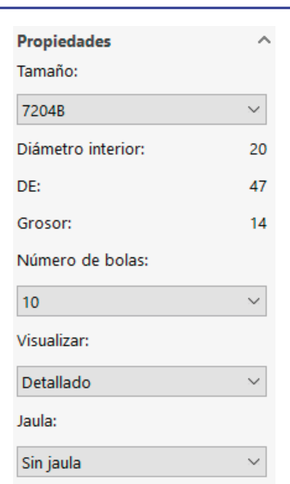
Es un emparejamiento cosmético, para que los dibujos de ensamblaje muestren al anillo bien orientado



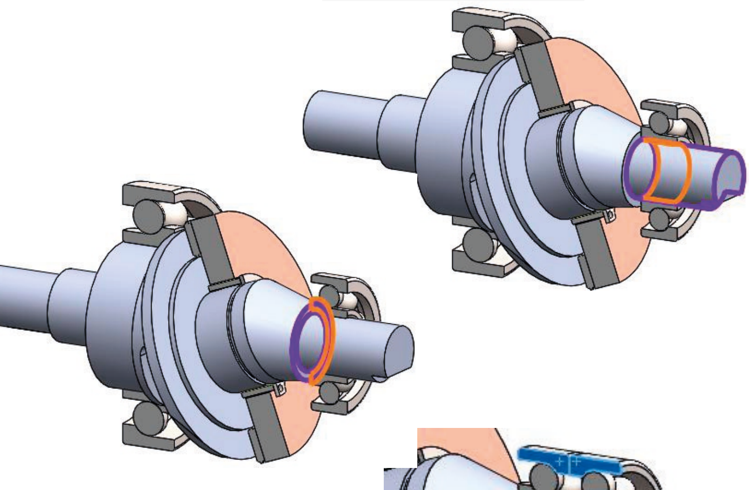
Ejecución: ensamblaje

- Añada los rodamientos angulares interiores:
  - Seleccione el rodamiento desde el Toolbox





  - Empareje el agujero de su cubo con el tramo de ø20 del árbol
  - Empareje la cara ancha del anillo *interior* del rodamiento con la cara lateral del escalón de ø26 del árbol
  - Repita el procedimiento para el segundo rodamiento



Recuerde que los rodamientos se deben montar espalda con espalda

ISBN: 978-84-18951-43-5

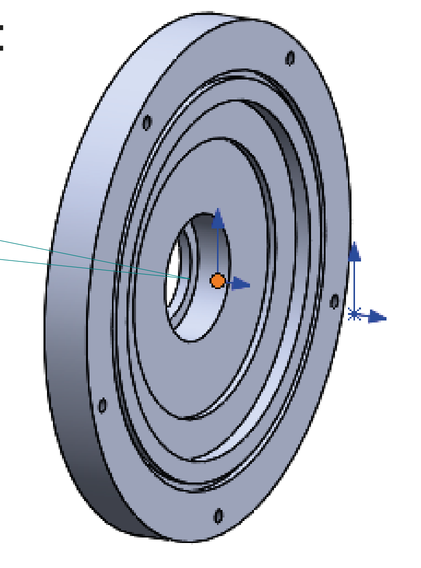
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

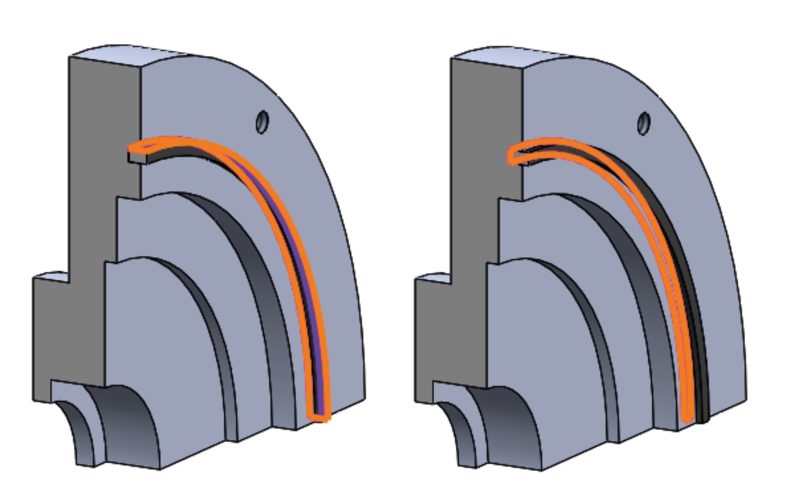
Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

Ensamble el subconjunto de la tapa:

- √ Coloque la tapa como pieza base

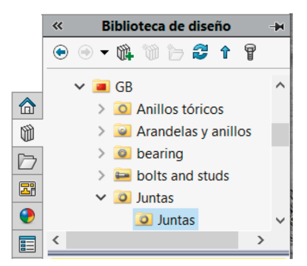


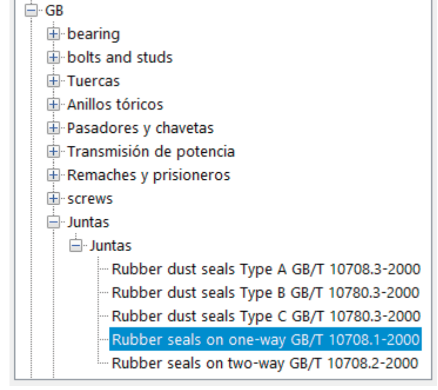
- √ Añada la junta de la tapa
  - √ Haga concéntrica la ranura de la tapa con el lateral de la junta
  - √ Apoye la cara lateral de la junta en la cara interior de la ranura de la tapa

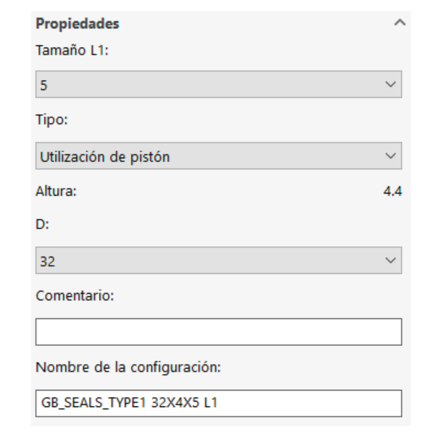


√ Añada los retenes

√ Seleccione el retén desde el Toolbox

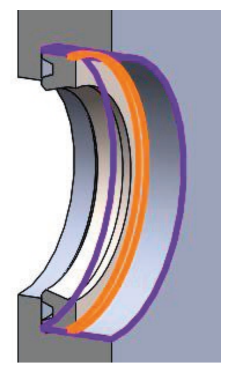


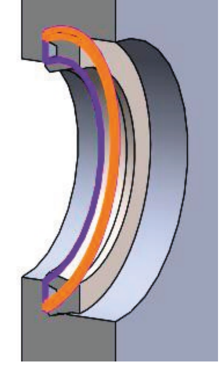




√ Encaje el retén en el agujero cilíndrico de la tapa

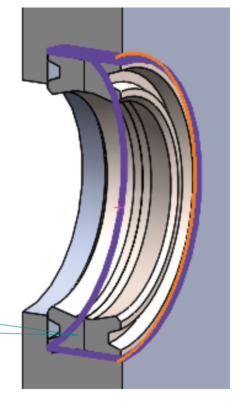
√ Apoye el retén a tope en el fondo del agujero

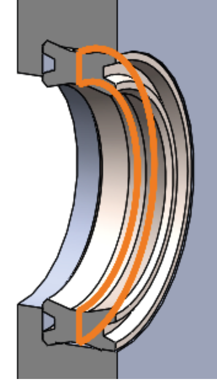




√ Repita el procedimiento para el segundo retén

Recuerde que los retenes se deben montar espalda con espalda



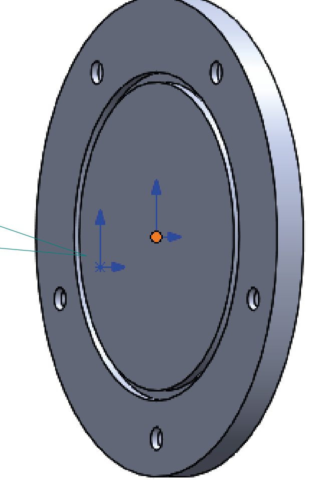


Ejecución: ensamblaje

Ensamble el subconjunto de la tapeta:

√ Coloque la tapeta como pieza base

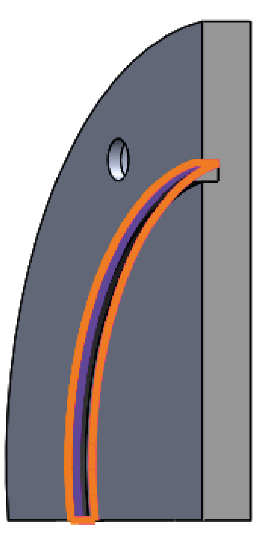
Emparejando su origen con el origen del ensamblaje

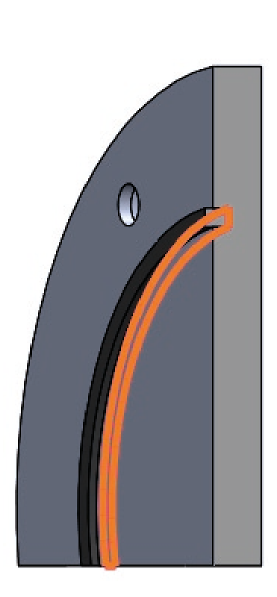


√ Añada la junta de la tapeta

√ Haga concéntrica la ranura de la tapeta con el lateral de la junta

√ Apoye la cara lateral de la junta en la cara interior de la ranura de la tapeta





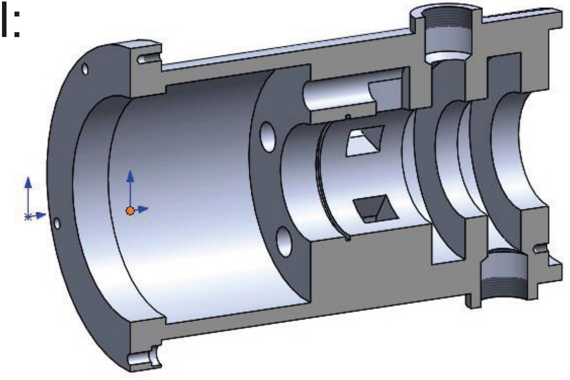
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ensamble el conjunto principal:

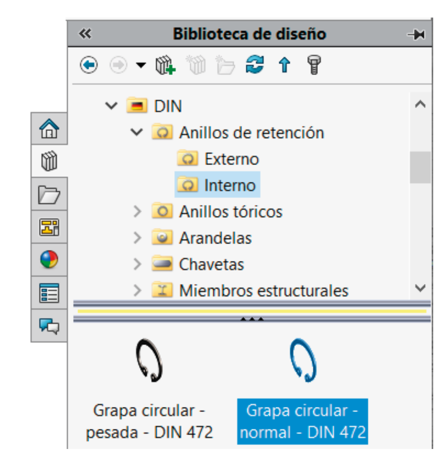
√ Coloque la carcasa como pieza base

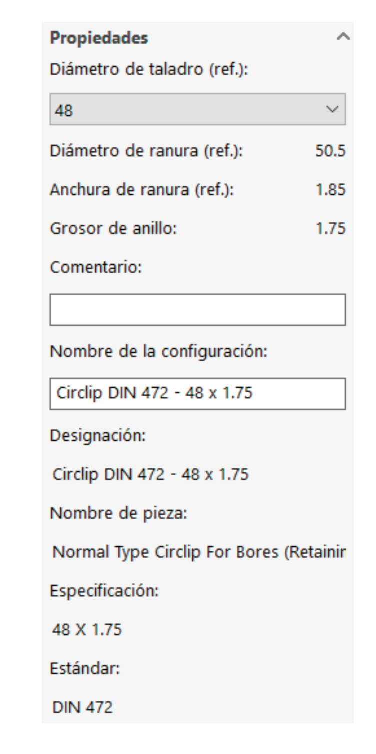
Emparejando su origen con el origen del ensamblaje

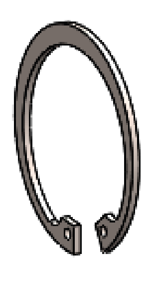


√ Añada el anillo de retención

√ Obtenga el anillo elástico del Toolbox

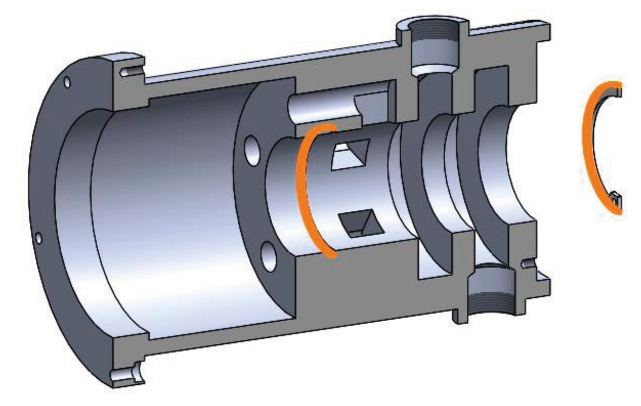




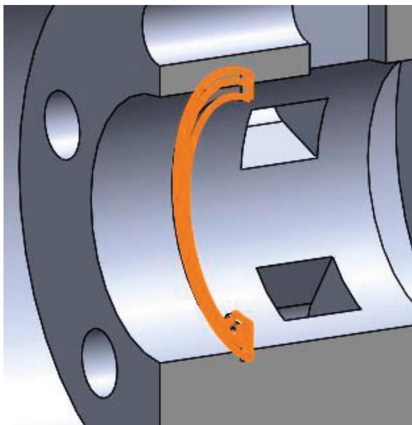


Ejecución: ensamblaje

√ Haga concéntricas la cara interior del anillo y la ranura de ø50,5 de la carcasa

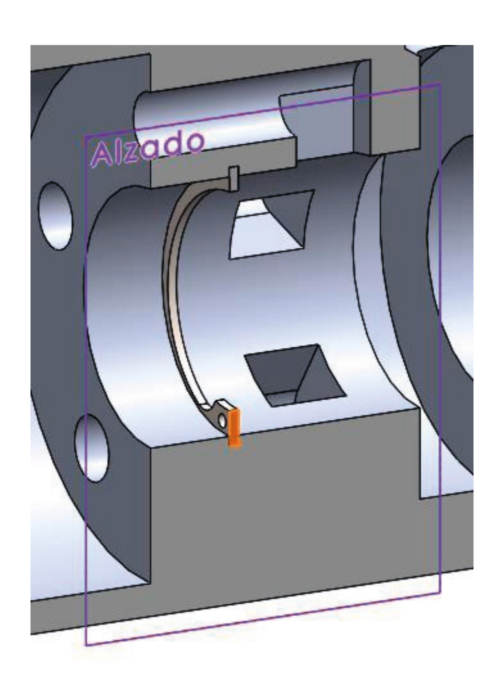


√ Apoye una de las dos caras laterales del anillo sobre la cara lateral de la ranura



√ Empareje la cara interior de una de las dos pestañas del anillo con el plano del alzado

Es un emparejamiento cosmético, para que los dibujos de ensamblaje muestren al anillo bien orientado



Ejecución: ensamblaje

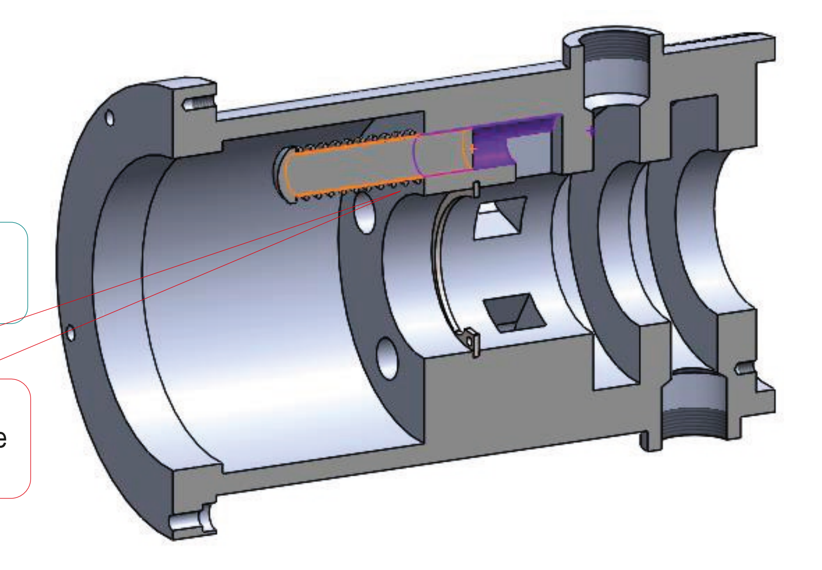
Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

√ Añada un subconjunto de pistón con muelle:

√ Inserte el pistón en el cilindro

No se añaden más restricciones para permitir que el pistón deslice

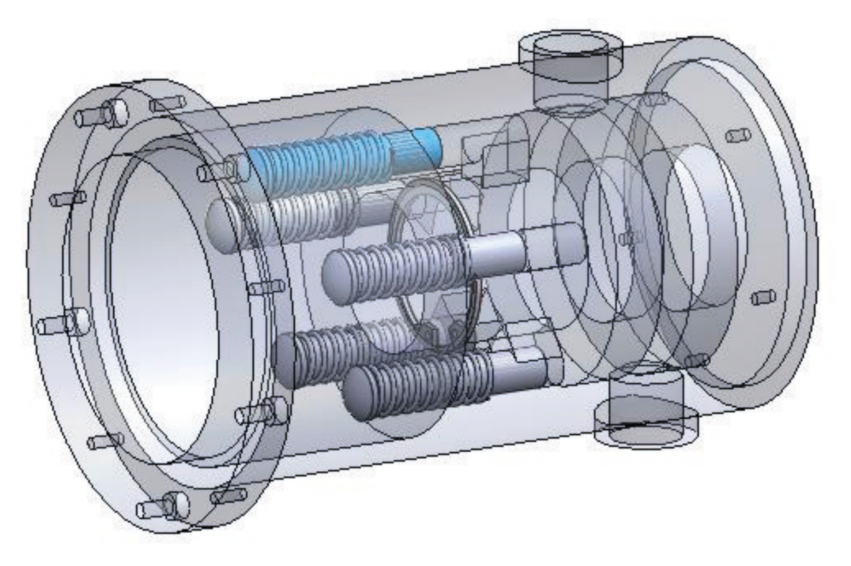
No se puede apoyar el muelle sobre el fondo del agujero de la carcasa, porque no se puede simular su compresión



√ Repita el procedimiento con otros cuatro subconjuntos de pistón con muelle

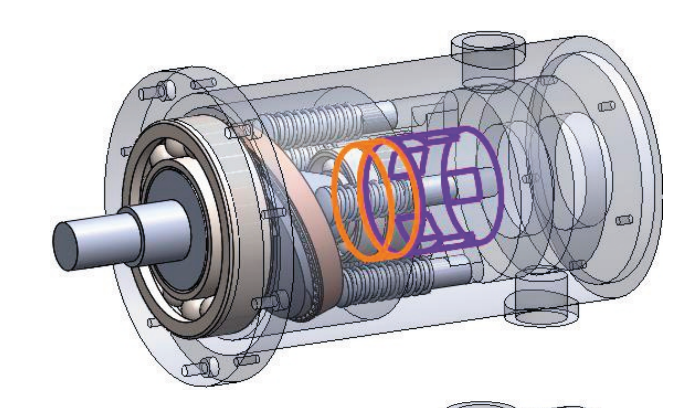
No utilice patrones, porque impiden el movimiento individual de cada pistón

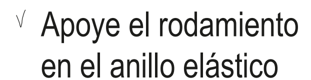
Bomba de pistones
Historial
Sensores
Anotaciones
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
Carcasa<1>
circlip for bores normal_din<1>
(-) Subconjunto pistón<1>
(-) Subconjunto pistón<2>
(-) Subconjunto pistón<3>
(-) Subconjunto pistón<4>
(-) Subconjunto pistón<5>



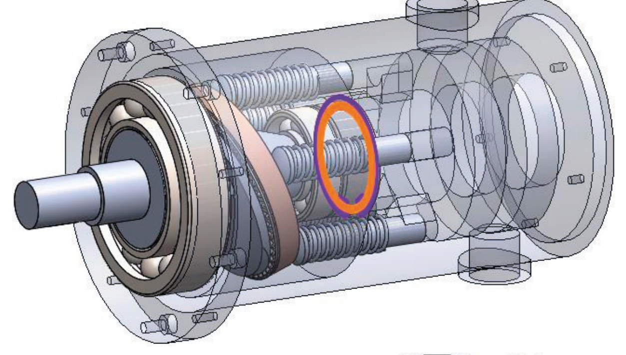
Ejecución: ensamblaje

- Añada el subconjunto del árbol:
  - Empareje el rodamiento interior en el agujero del tambor de distribución



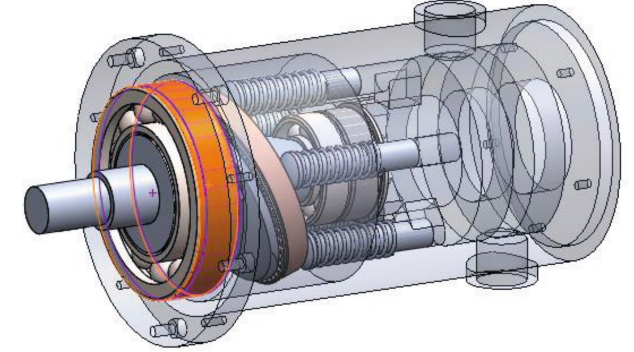


  - Apoye el rodamiento en el anillo elástico



  - Opcionalmente, encaje el rodamiento angular exterior en la boca de la carcasa

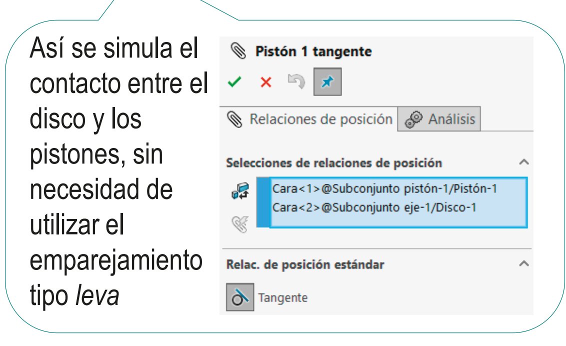
Es redundante, si el diseño de las piezas ya garantiza que todas encajen

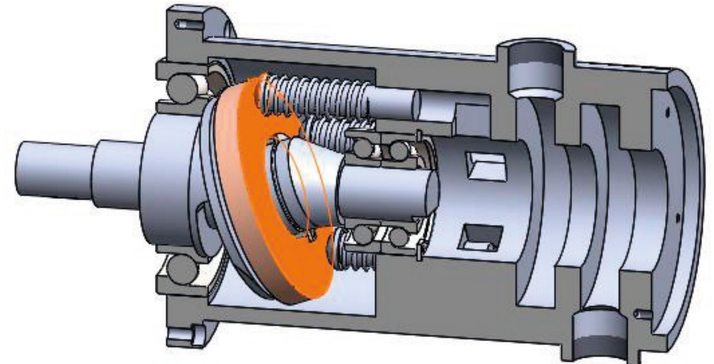


Ejecución: ensamblaje

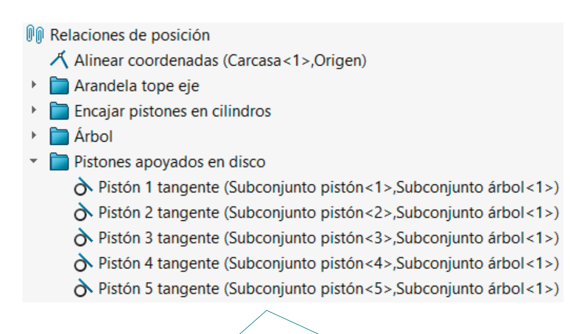
√ Haga tangente la cabeza esférica de un cilindro con la cara visible del disco del plato

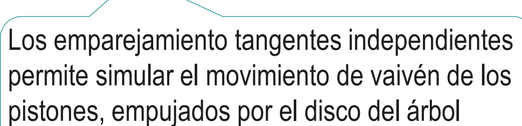
Así se simula el contacto entre el disco y los pistones, sin necesidad de utilizar el emparejamiento tipo *leva*



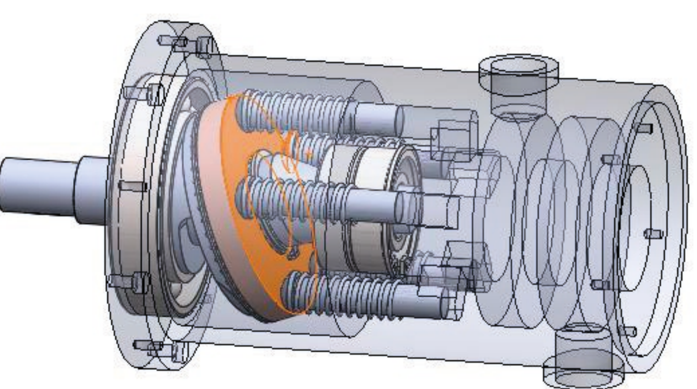


√ Repita el procedimiento para los otros cuatro cilindros



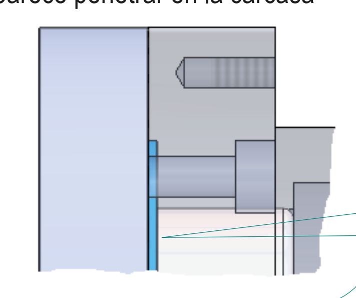


Los emparejamiento tangentes independientes permite simular el movimiento de vaivén de los pistones, empujados por el disco del árbol

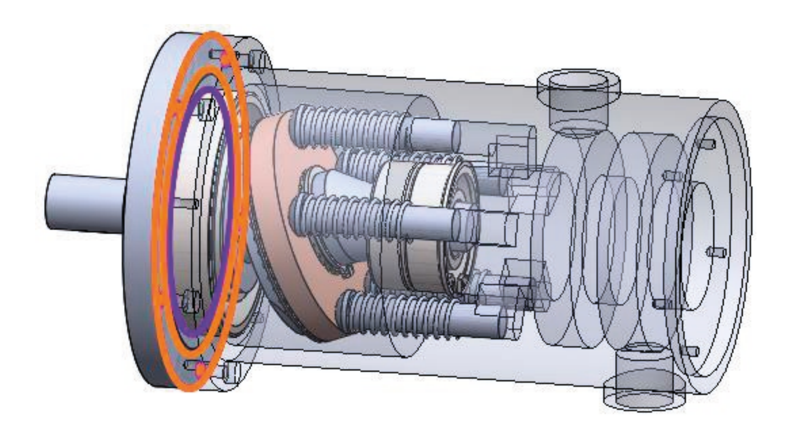


- Añada el subconjunto de la tapa:
  - Apoye a tope la tapa sobre la carcasa

Ignore la junta que sobresale y parece penetrar en la carcasa



En el montaje real, se aplasta gracias a su comportamiento elástico

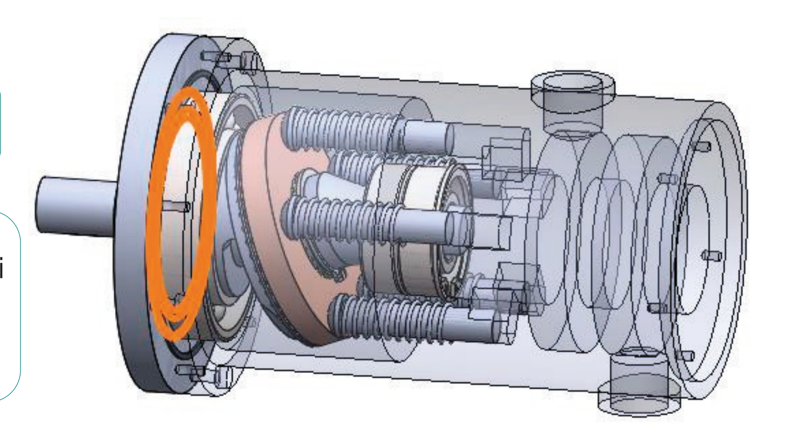


  - Encaje el hueco de la tapa con el rodamiento

Es redundante, si el diseño de las piezas ya garantiza que todas encajen



Añadir emparejamientos redundantes puede servir como alerta, puesto que si se cambian las dimensiones de las piezas que encajan, la redundancia se convertirá en incompatibilidad



ISBN: 978-84-18951-43-5

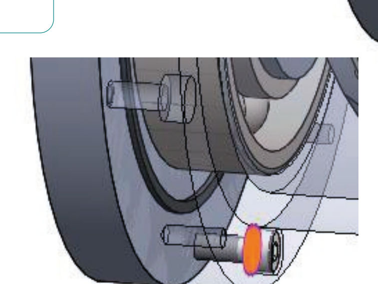
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

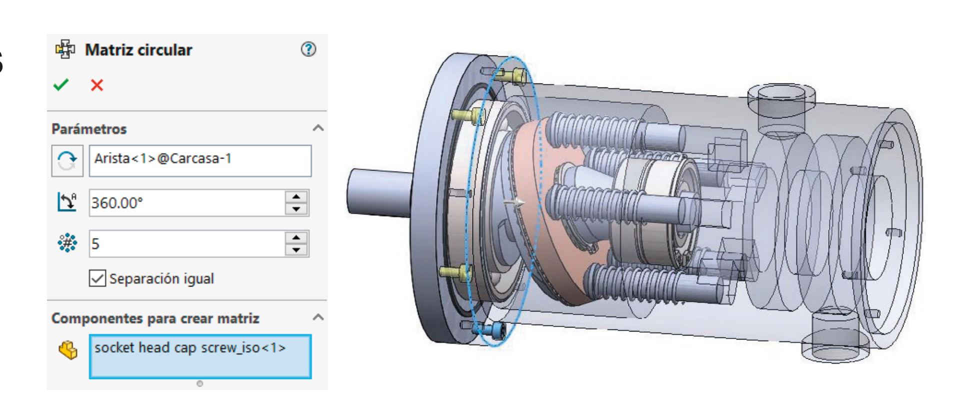
- Añada un tornillo de la tapa
  - Empareje la caña del tornillo con el taladro de la tapa
  - Empareje las roscas del tornillo y la tapa

Al emparejar la caña del tornillo con ambos agujeros, se impide la rotación de la tapa

  - Apoye la cabeza del tornillo sobre el fondo del agujero refrentado



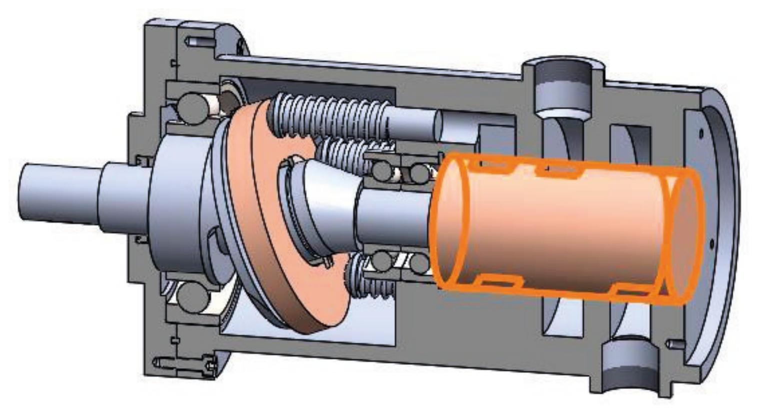
- Añada el resto de tornillos mediante un patrón



Ejecución: ensamblaje

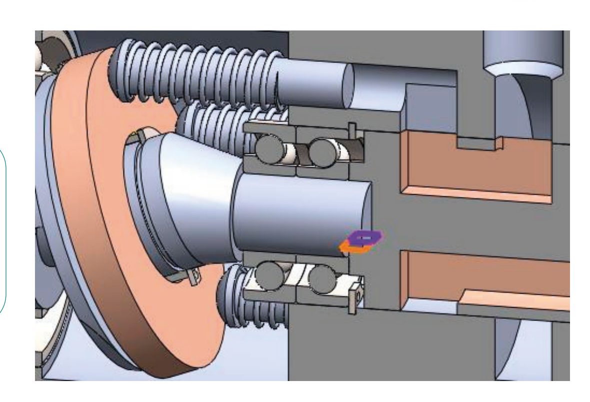
√ Añada el tambor de distribución:

√ Haga el tambor concéntrico con el agujero de la carcasa

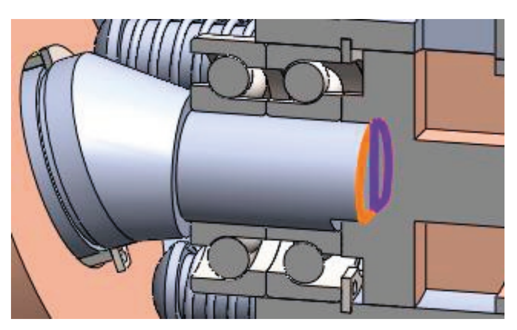


√ Empareje el rebaje del árbol con el escalón de la boca del tambor

Observe que se ha diseñado un único escalón, para asegurar que el tambor sólo se pueda encajar con el árbol en la posición que hace coincidir la conexión corta entre lumbreras con la máxima separación del plato



√ Apoye el fondo del agujero de la boca del tambor en el extremo del árbol



ISBN: 978-84-18951-43-5

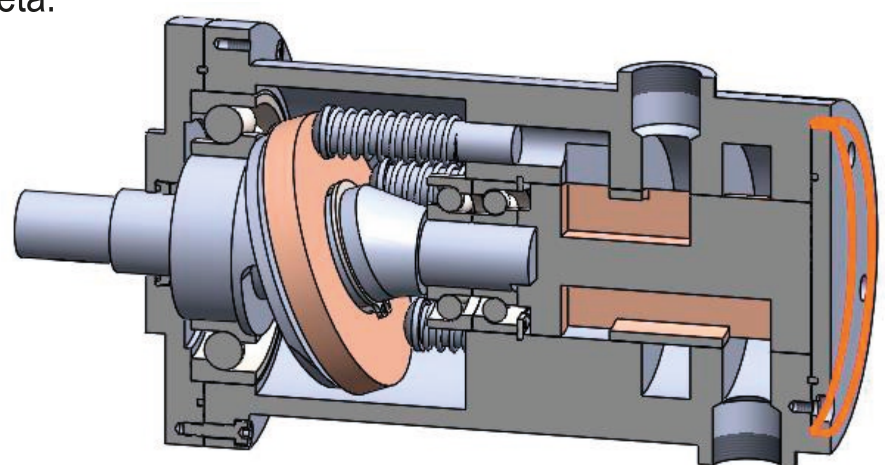
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: ensamblaje

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

√ Añada el subconjunto de la tapeta:

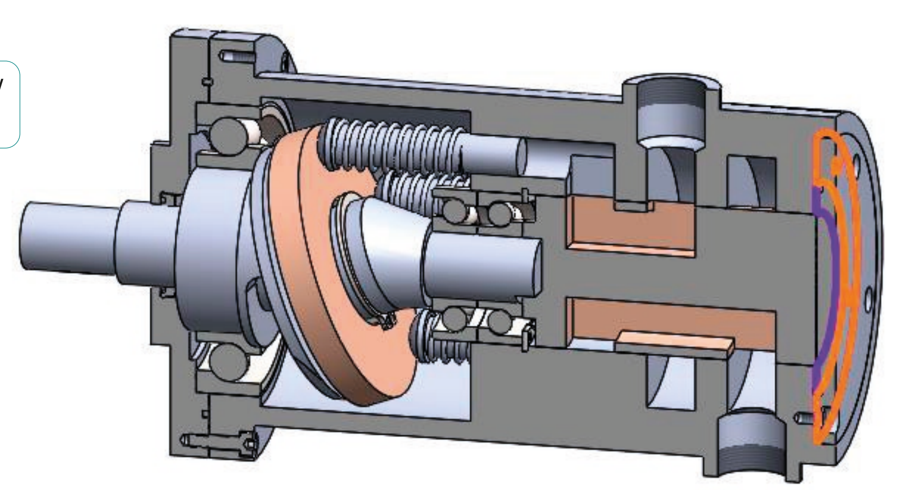
√ Encaje la tapeta en el hueco de la carcasa



√ Apoye a tope la tapa sobre la carcasa

Ignore la junta que sobresale y parece penetrar en la carcasa

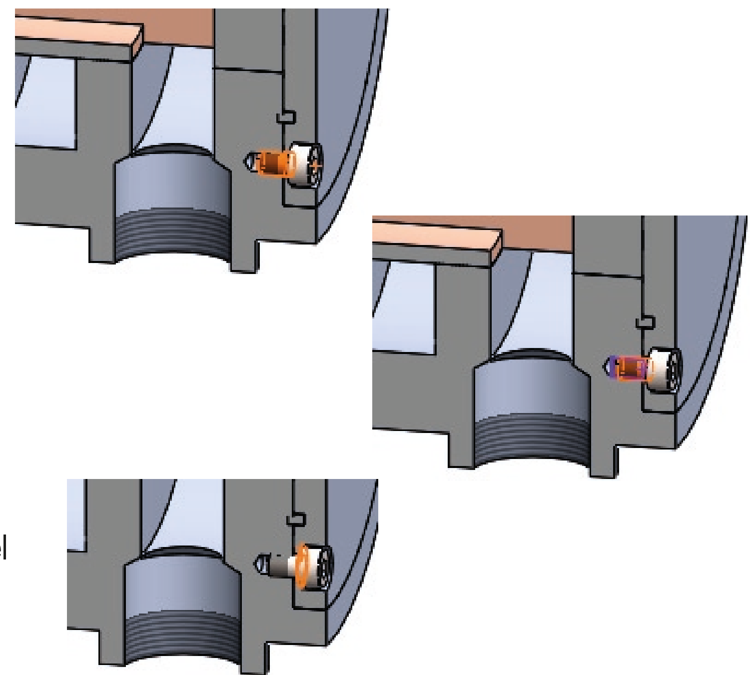
En el montaje real, se aplasta gracias a su comportamiento elástico



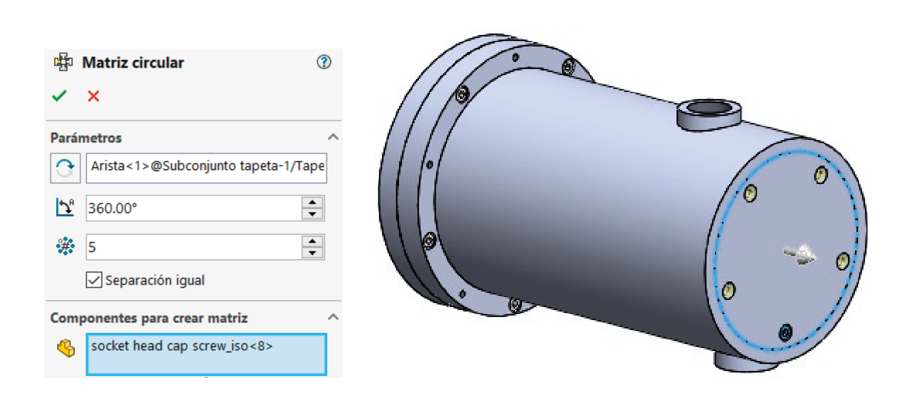
Ejecución: ensamblaje

- Añada un tornillo de la tapeta
  - Empareje las roscas del tornillo y la carcasa
  - Empareje la caña del tornillo con el taladro de la tapeta

    Al emparejar la caña del tornillo con ambos agujeros, se impide la rotación de la tapeta
  - Apoye la cabeza del tornillo sobre el fondo del agujero refrentado

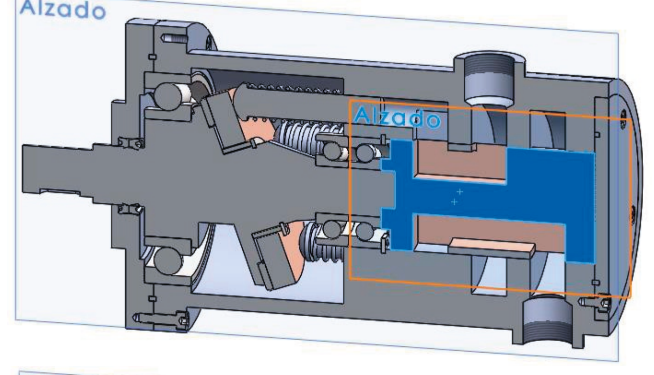


- Añada el resto de tornillos mediante un patrón

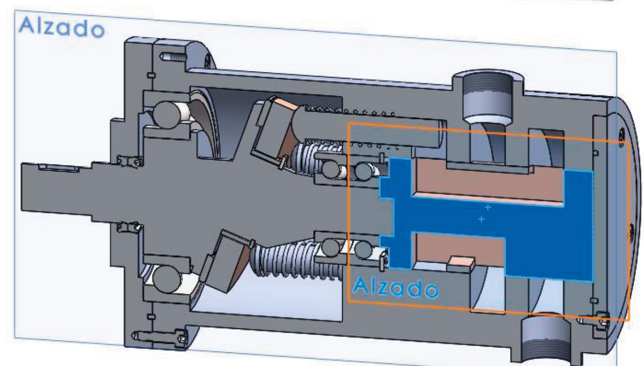


Ejecución: ensamblaje

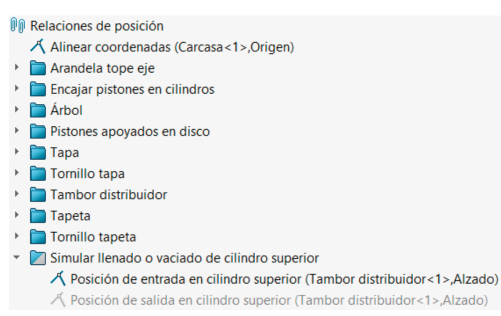
- Añada emparejamientos cosméticos para simular las posiciones extremas de giro del árbol:
  - Empareje el alzado del ensamblaje con el alzado del tambor, orientado de modo que haya conexión entre el pistón de arriba y la entrada
  - Suprima el emparejamiento



  - Empareje el alzado del ensamblaje con el alzado del tambor, orientado de modo que haya conexión entre el pistón de arriba y la salida
  - Suprima el emparejamiento



  - Etiquete claramente los emparejamientos que simulan la regulación



Ejecución: anotación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

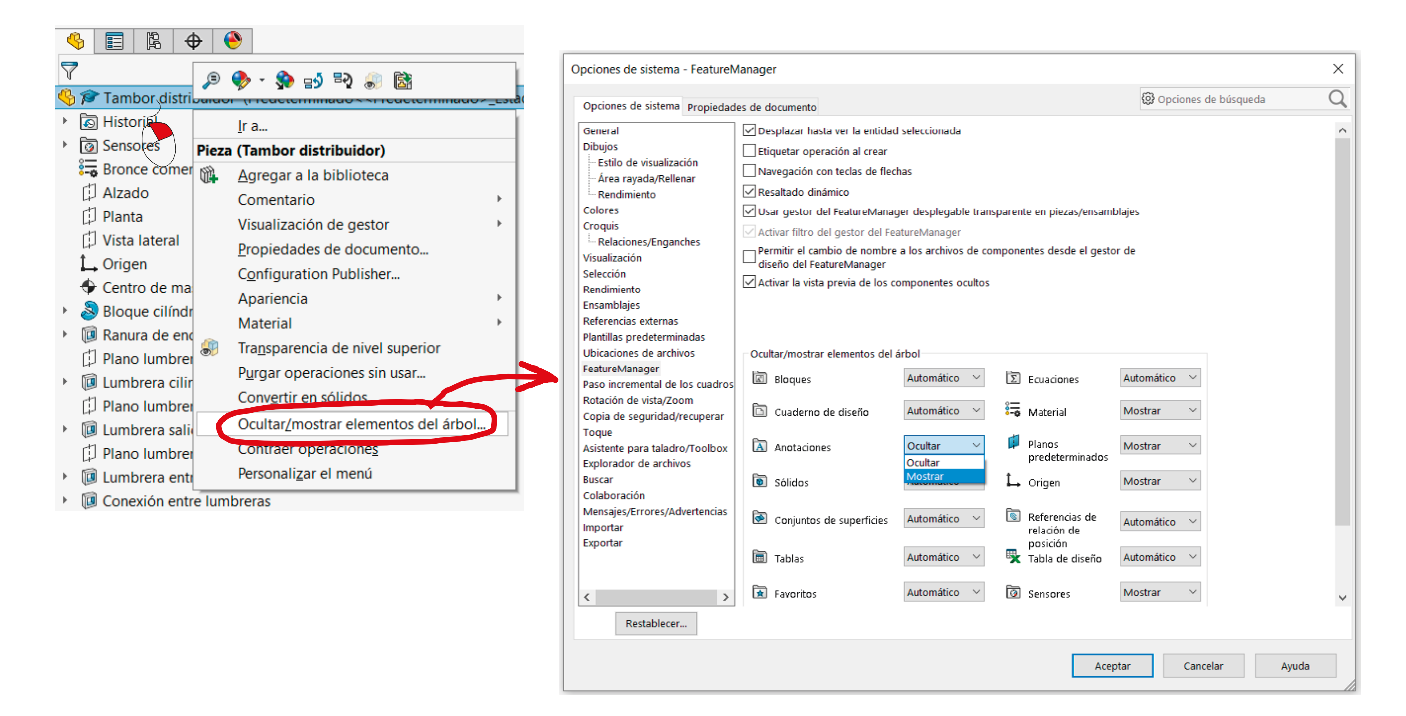
Para empezar a anotar el modelo del tambor distribuidor, visualice la carpeta de anotaciones (si no está visible):

√ Abra el modelo del tambor distribuidor

√ Seleccione el comando *Ocultar/mostrar elementos del árbol*

√ Seleccione *Mostrar* anotaciones

Pulsando el botón derecho del ratón para activar el menú contextual



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 4. Anotaciones
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

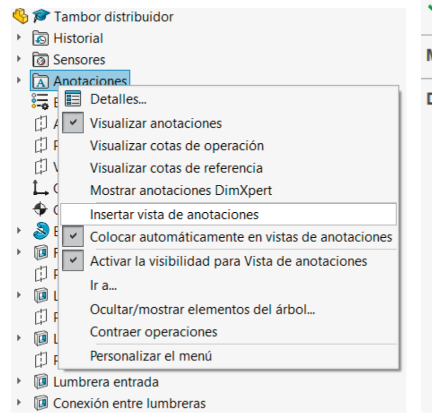
Organice la carpeta de anotaciones del modelo del tambor distribuidor:

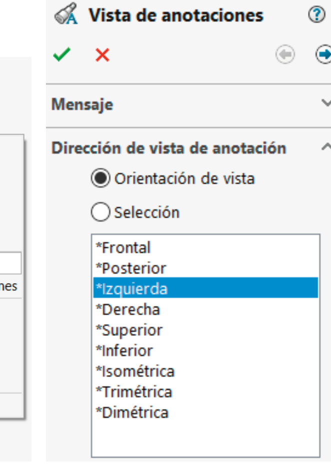
- √ Seleccione la carpeta de anotaciones

  Pulsando el botón derecho del ratón para activar su menú contextual

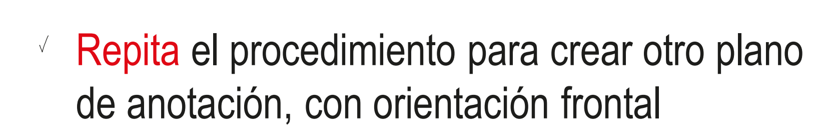
- √ Seleccione *Insertar vista de anotaciones*

- √ Seleccione la orientación *Izquierda* para la nueva vista de anotaciones

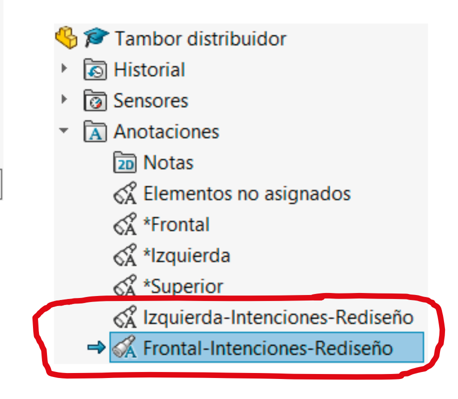




- √ Edite el nombre de la nueva vista de anotaciones, para indicar que va a contener anotaciones de rediseño



- √ Repita el procedimiento para crear otro plano de anotación, con orientación frontal

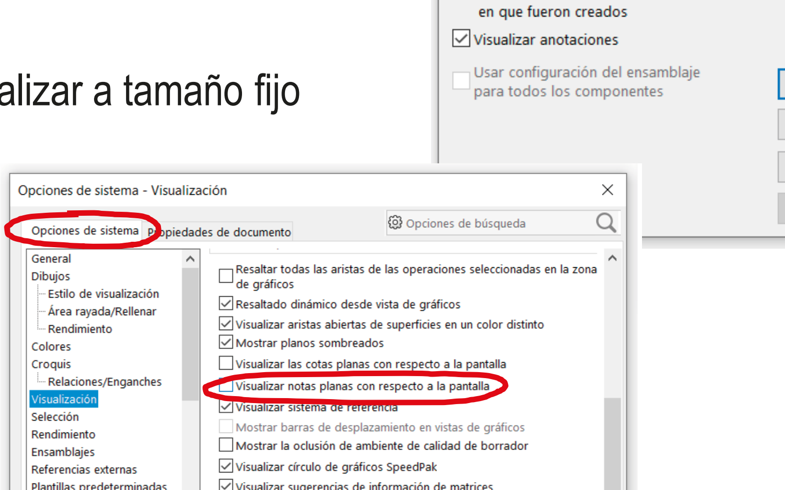


ISBN: 978-84-18951-43-5
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotación

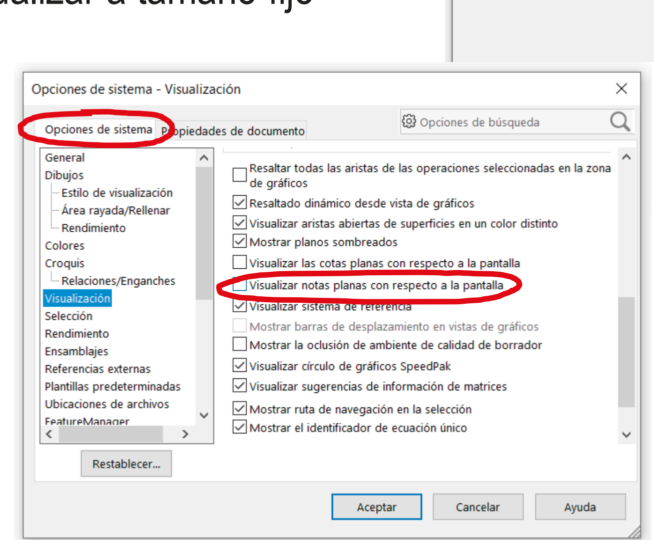
Configure la visualización de anotaciones:

- Despliegue el menú de la carpeta de *Anotaciones*
- Active la visualización de anotaciones en el menú contextual
- Active la visualización de *Notas*, *en el diálogo de Detalles*
- Desactive la opción de visualizar a tamaño fijo



- Compruebe que NO este activada la opción de *Visualizar notas planas*

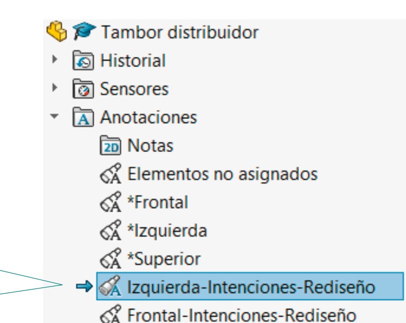
Éste paso NO hay que comprobarlo para cada documento, porque es una *Opción del Sistema*



Ejecución: anotación

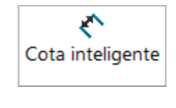
Añada anotaciones en el modelo del tambor distribuidor:

- Active el plano de anotación *Izquierdo Intenciones*



Haga doble clic con el botón izquierdo del ratón, hasta que el plano de anotaciones reciba la flecha de activación

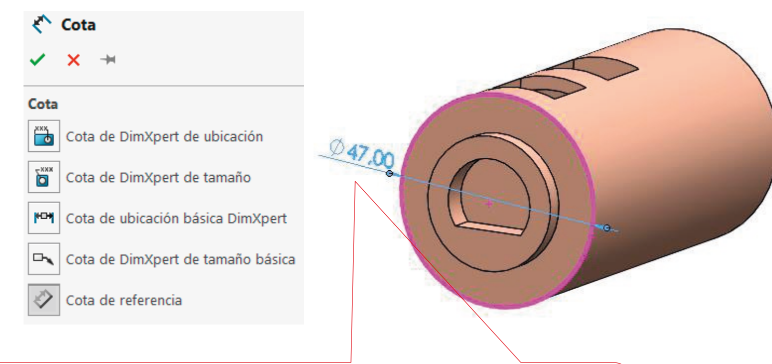
- Añada la cota de diámetro como anotación del modelo:
  - Seleccione el comando *Cota inteligente*, del menú de *Croquis*



  - Seleccione *Cota de referencia*

Alternativamente, utilice DimXpert para acotar

  - Acote el diámetro del tambor



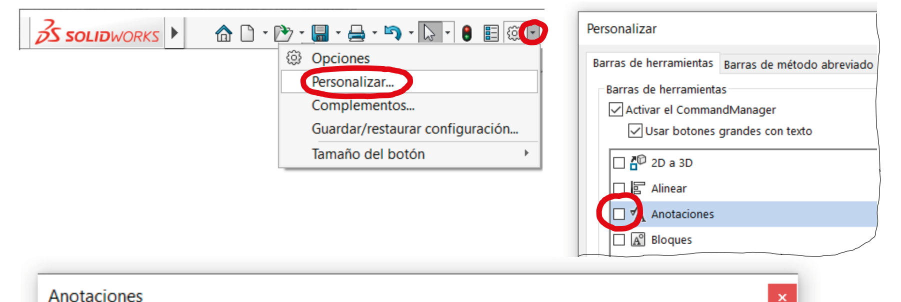
Esta cota ya está presente en el modelo, pero ahora se añade como una anotación de intención de diseño, mediante una "copia" que no es cota conductora, sino conducida

Ejecución: anotación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

Añada la anotación relacionada con el diámetro del tambor:

- Active el menú de *Anotaciones*

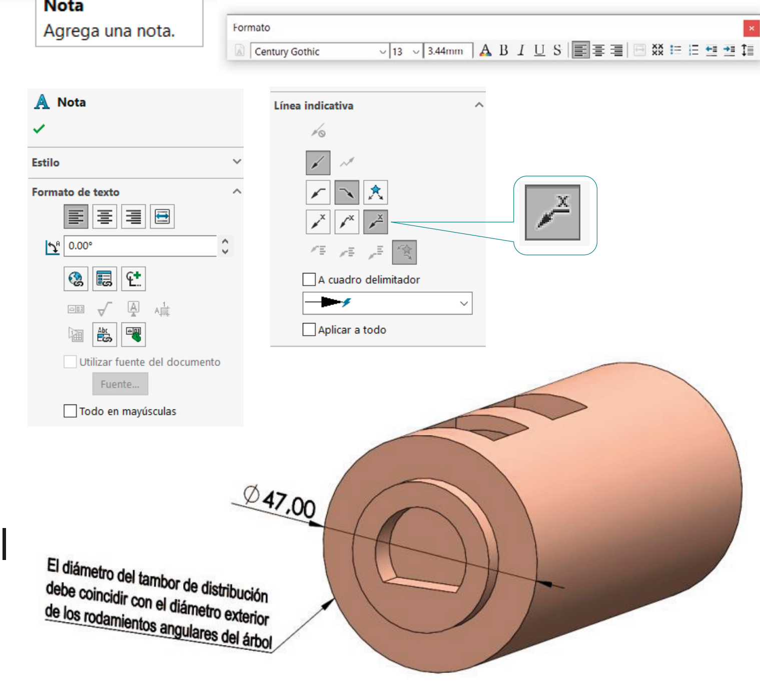


- Seleccione el comando *Nota*

- Seleccione el tipo de flecha *Línea indicativa subrayada*

- Coloque la nota vinculando la punta de la flecha con el borde circular del tambor

- Escriba la indicación de que el diámetro del tambor de distribución debe coincidir con el diámetro exterior de los rodamientos angulares del árbol



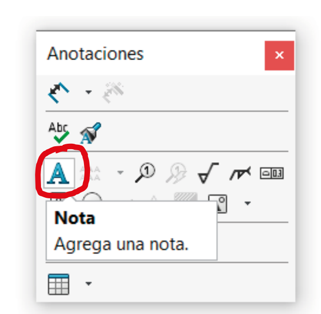
Ejecución: anotación

√ Repita el procedimiento para la indicación de que las posiciones de las lumbreras del tambor distribuidor deben estar alineadas con las de la carcasa:

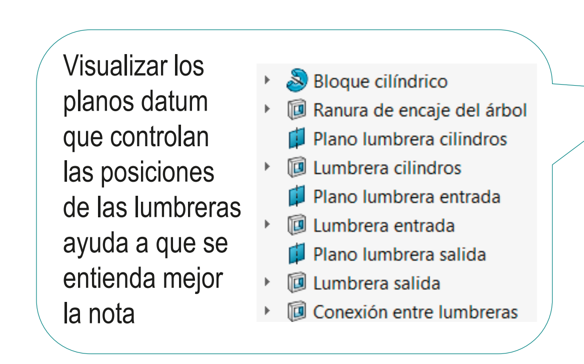
√ Active el plano de anotaciones *Frontal Requisitos*

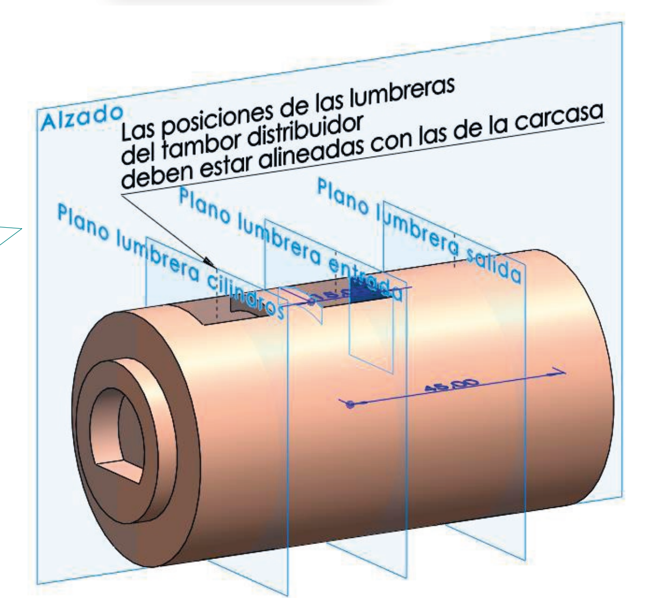
Tambor distribuidor
Historial
Sensores
Anotaciones
Notas
Elementos no asignados
*Frontal
*Izquierda
*Superior
Izquierda-Intenciones-Rediseño
Frontal-Intenciones-Rediseño

√ Seleccione el comando *Nota*



√ Coloque la nota vinculando la punta de la flecha con uno de los planos



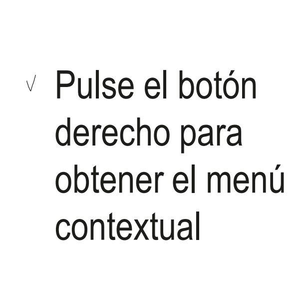


√ Escriba la indicación

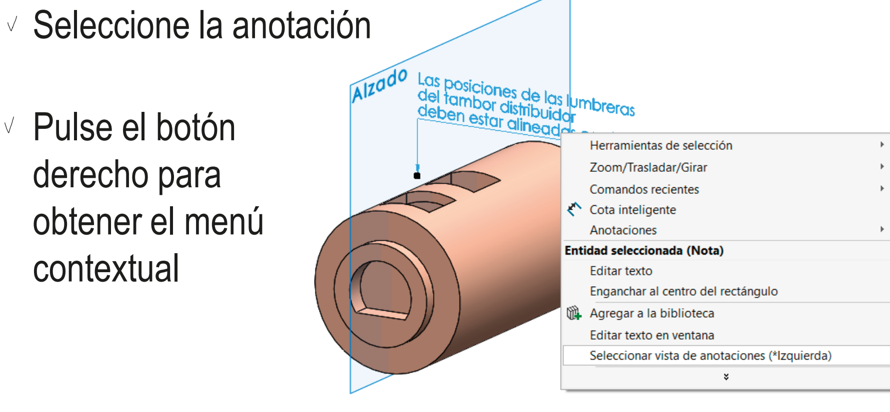
Ejecución: anotación

Si no estaba activa la vista de anotación deseada, puede cambiarla después de colocar la anotación:

- Seleccione la anotación



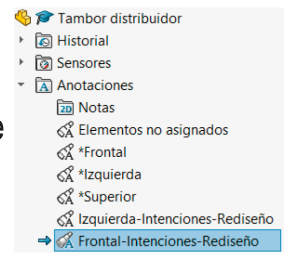
- Pulse el botón derecho para obtener el menú contextual



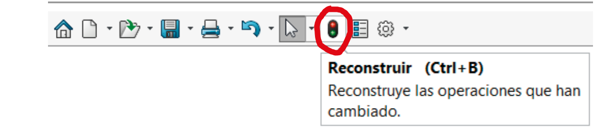
- Seleccione la vista de anotaciones deseada

Seleccionar vista de anotaciones
*Izquierda
*Frontal
*Superior
Izquierda-Intenciones-Rediseño
Frontal-Intenciones-Rediseño
Elementos no asignados
Por selección

- Puede ser necesario hacer visible la vista de anotación de destino



- Puede ser necesario *Reconstruir* la imagen que se muestra en pantalla





Debe colocar las anotaciones en vistas de anotación que tengan relación con su función

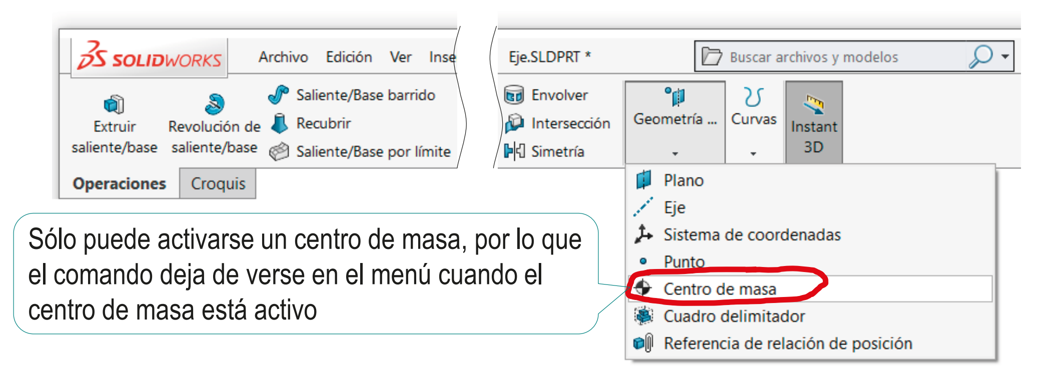
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

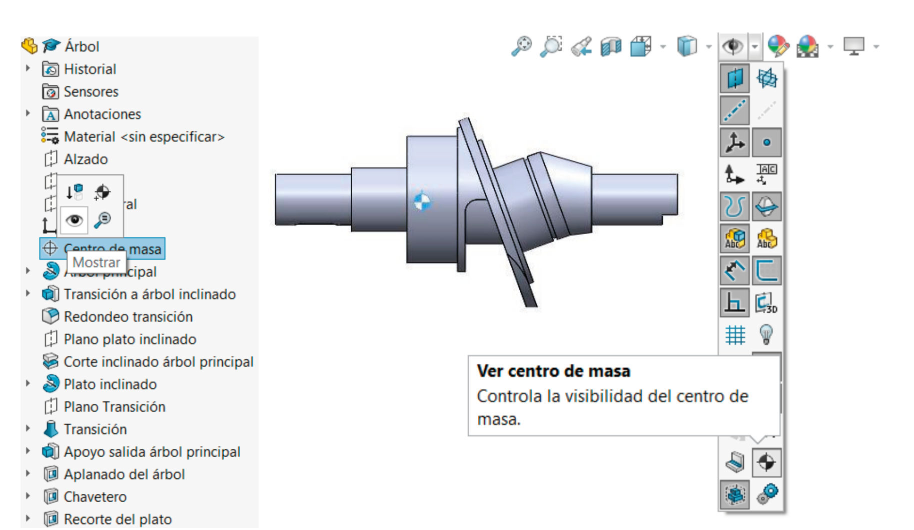
Ejecución: anotación

Añada la indicación gráfica de la posición del centro de masas del árbol:

- √ Abra el modelo del árbol
- √ En el menú de *Geometría de referencia*, seleccione *Centro de masa*



- √ Compruebe que la anotación se añade al árbol del modelo
- √ Compruebe que la visualización de la anotación esté activada



Debe activarse tanto en el árbol como en el menú *Ver*

- √ Guarde el modelo

Ejecución: anotación

Tarea

Estrategia

Ejecución

Modelado

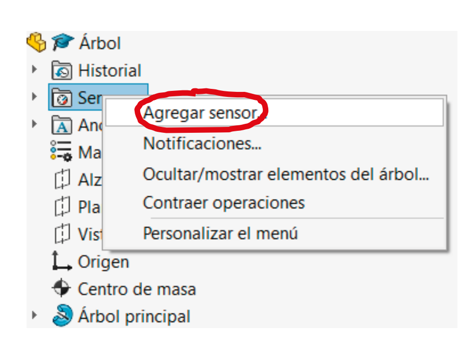
Ensamblaje

Anotación

Conclusiones

Añada un sensor de alerta del desplazamiento del centro de masas del árbol, que avise de desviaciones mayores de 2 mm:

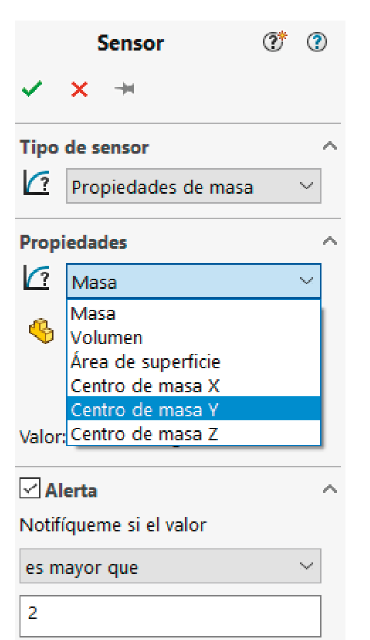
- √ Abra el modelo del árbol
- √ Seleccione la carpeta *Sensores*, para activar su menú contextual
- √ Seleccione el comando *Agregar sensor*



- √ En el diálogo de sensores, seleccione el tipo *Propiedades de masa*
- √ En el diálogo de sensores, seleccione la propiedad *Centro de masa Y*

La coordenada Y del centro de masas coincide con la distancia al eje de revolución sólo si se ha modelado el árbol alienando el origen con el eje

- √ Active la *alerta* si quiere recibir un aviso cuando se supere un umbral



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

Añada la indicación numérica del desplazamiento del centro de masas del árbol, respecto al eje de giro:

- Defina el parámetro de desplazamiento del árbol:

  - En el menú de texto *Archivo*, seleccione el comando *Propiedades*

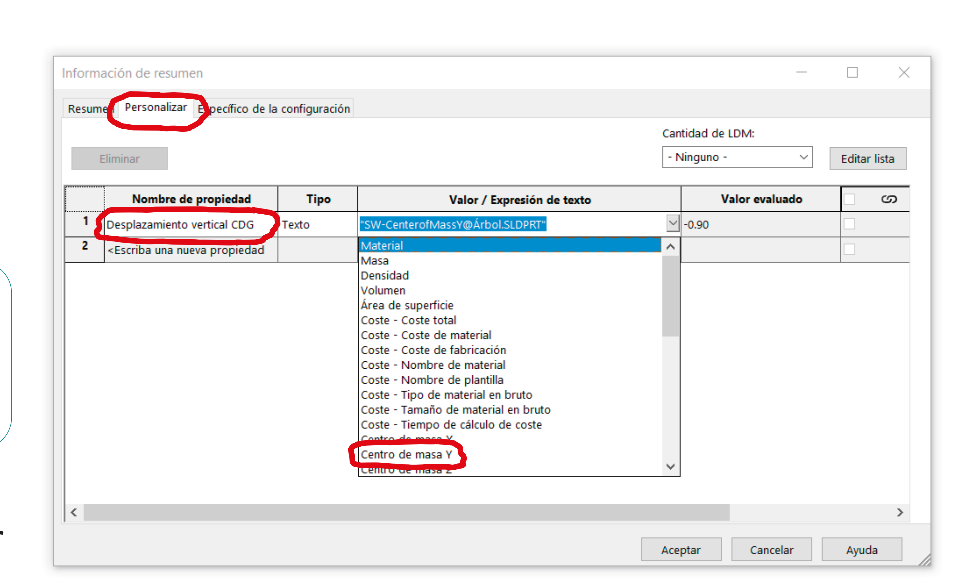
SOLIDWORKS | Archivo | Edición | Ver | Insertar | Herramientas | Ventana | ?

Nuevo... Ctrl+N
Abrir... Ctrl+O
Propiedades...
Salir
Personalizar el menú

  - Seleccione la pestaña *Personalizar*
  - Escriba el nombre de la nueva propiedad
  - Seleccione el valor *Centro de masa Y*

Coincide directamente con el desplazamiento buscado, porque el eje del modelo está alineado con el origen de coordenadas

  - Pulse el botón de *Aceptar*, para guardar la nueva propiedad personalizada



Ejecución: anotación

√ Inserte la anotación de desplazamiento del centro de masas del árbol:

√ Cree y active el plano de anotación *Frontal Requisitos*

Haga doble clic con el botón izquierdo del ratón, hasta que el plano de anotaciones reciba la flecha de activación

Árbol
Historial
Sensores
Anotaciones
Notas
Elementos no asignados
*Frontal
*Izquierda
*Superior
*Frontal Objetivos
*Frontal Requisitos
*Frontal Justificaciones
*Frontal Intenciones



√ Seleccione el comando *Nota*



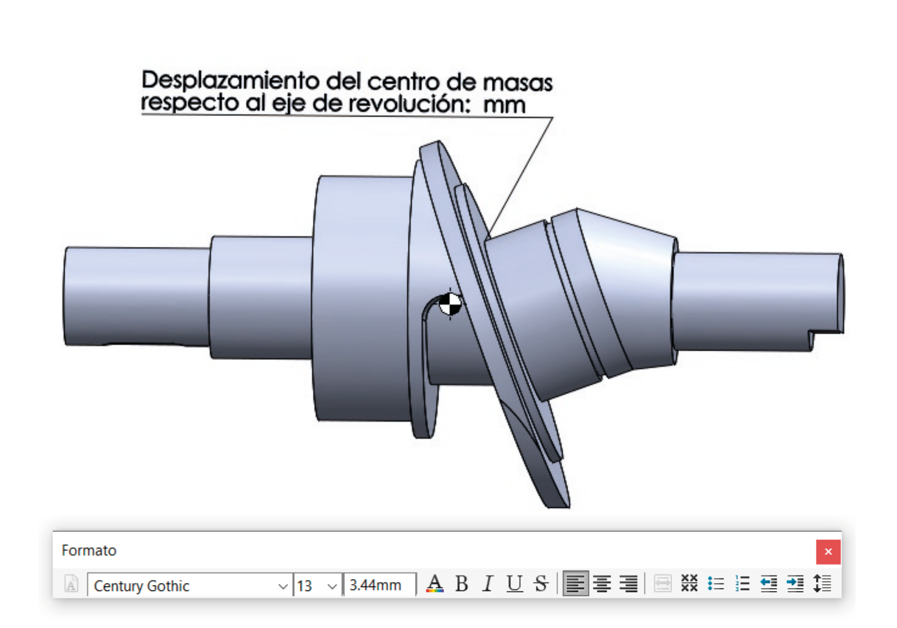
√ Seleccione el tipo de flecha

√ Coloque la nota vinculando la punta de la flecha al símbolo del centro de masas

√ Escriba el texto:

"Desplazamiento del centro de masas respecto al eje de revolución: mm"

√ Edite el formato, si es necesario



Ejecución: anotación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Ensamblaje
Anotación
Conclusiones

√ Complete la anotación con la propiedad personalizada:

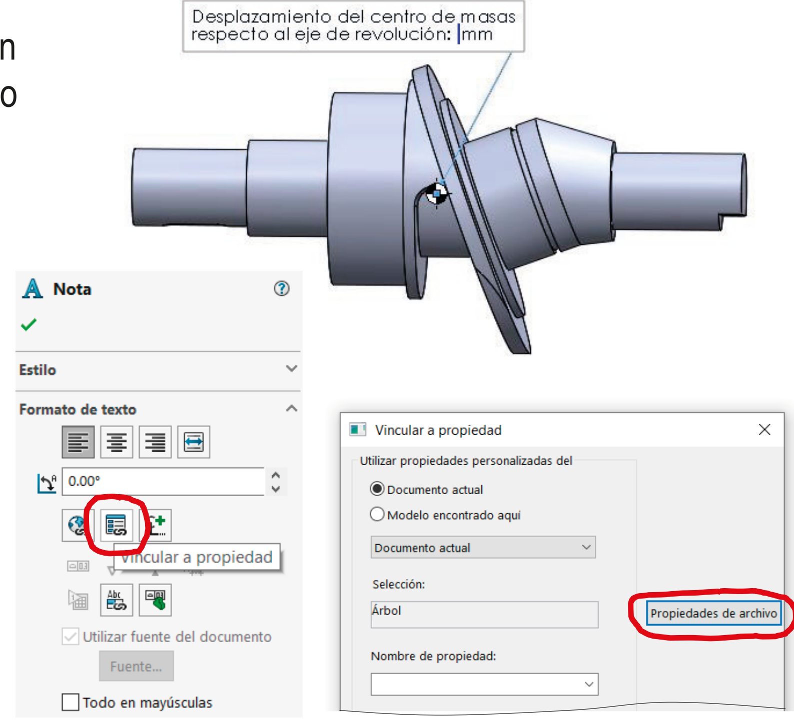
√ Haga doble clic con el botón izquierdo para editar el texto de la anotación

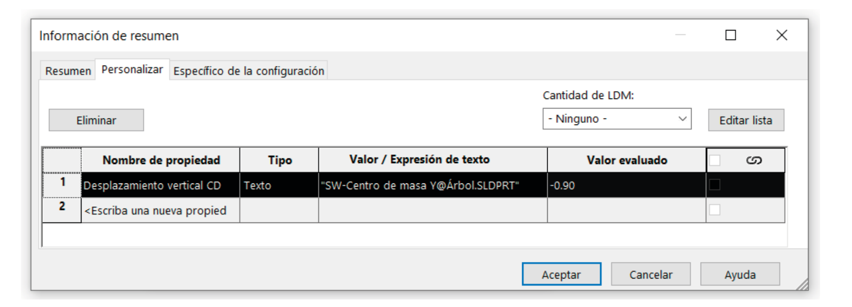
√ Coloque el cursor donde debe ir la cifra

√ En el diálogo de la nota, seleccione *Vincular a propiedad*

√ En el diálogo de *Vincular a propiedad* seleccione *Propiedades de archivo*

√ En la tabla de propiedades personalizadas, seleccione la propiedad creada anteriormente





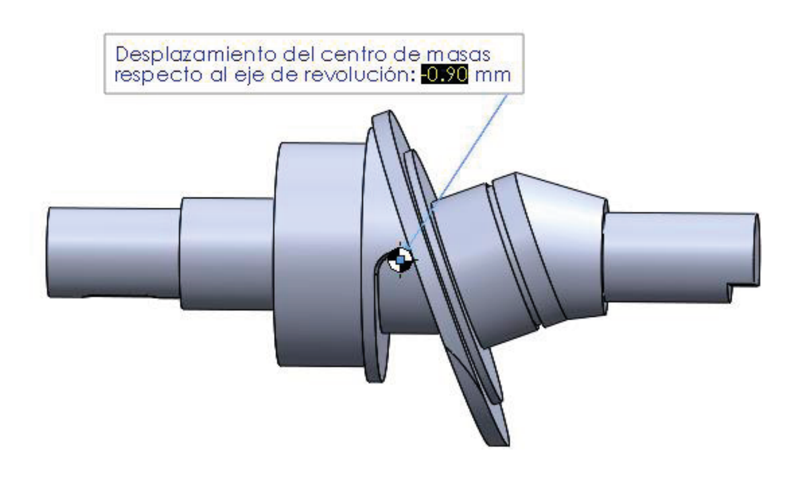
Ejecución: anotación

- Vuelva al diálogo *Vincular a propiedad*

Vincular a propiedad
Utilizar propiedades personalizadas del
Documento actual
Modelo encontrado aquí
Documento actual
Selección:
Árbol
Propiedades de archivo
Nombre de propiedad:
Desplazamiento vertical CDG
SW-Nombre del archivo(File Name)
Número de pieza de SW-LDM(BOM Part Number)
SW- Nombre de la carpeta(Folder Name)
SW- Fecha corta(Short Date)
SW- Fecha larga(Long Date)
SW-Nombre de configuración(Configuration Name)
SW-Autor(Author)
SW-Palabras claves(Keywords)
SW-Comentarios(Comments)
SW-Título(Title)
SW-Asunto(Subject)
SW- Fecha de creación(Created Date)
SW-Fecha de último guardado(Last Saved Date)
Último guardado por-SW(Last Saved By)
hora
Cancelar
Ayuda

- Seleccione ahora la propiedad personalizada que ya está añadida a la lista

- Compruebe que el valor numérico se visualiza en la nota



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

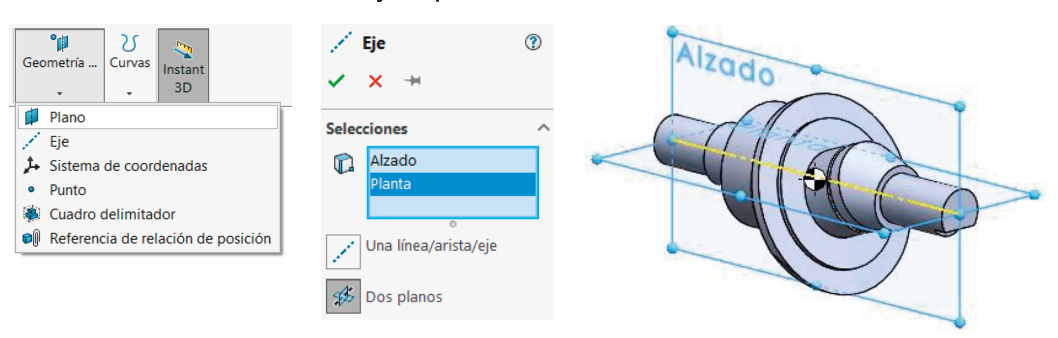
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotación

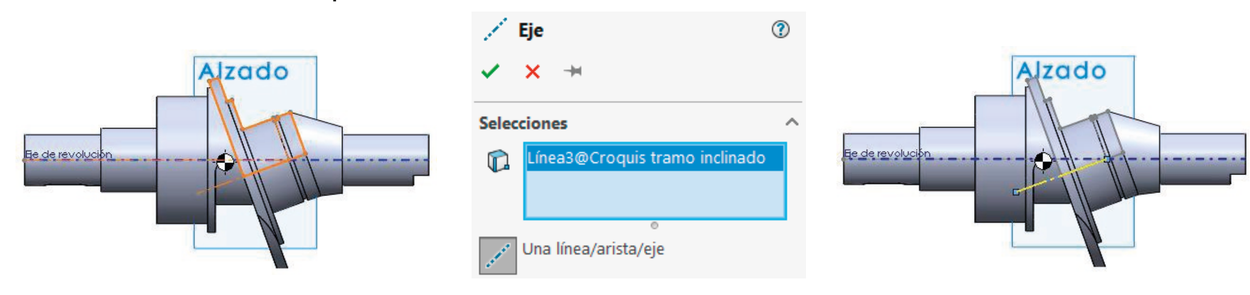
Añada la indicación de que los ejes de revolución de los tramos principal y oblicuo del árbol se deben cortar en un punto perteneciente al plano teórico de apoyo de los pistones

√ Añada los ejes como geometría auxiliar del modelo:

√ Obtenga el eje de revolución como eje datum resultado de intersectar los planos de referencia del alzado y la planta



√ Obtenga el eje del plato como eje datum coincidente con el eje de revolución del croquis del tramo inclinado del árbol



Ejecución: anotación

√ Inserte la anotación de punto de corte de los ejes:

√ Cree y active el plano de anotación *Frontal Intenciones*

Haga doble clic con el botón izquierdo del ratón, hasta que el plano de anotaciones reciba la flecha de activación

Árbol
Historial
Sensores
Anotaciones
Notas
Elementos no asignados
*Frontal
*Izquierda
*Superior
*Frontal Objetivos
*Frontal Requisitos
*Frontal Justificaciones
*Frontal Intenciones

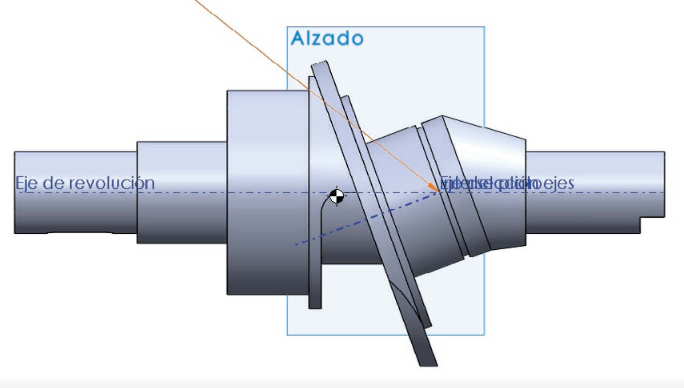
√ Seleccione el comando *Nota* 

√ Seleccione el tipo de flecha 

√ Coloque la nota vinculando la flecha a la intersección entre ambos ejes

Para que la flecha detecte la intersección puede ser necesario definir un punto datum en dicha intersección

Los ejes de revolución de las secciones principal y oblicua del árbol siempre deben intersectar en un punto sobre el plano teórico de apoyo de los pistones



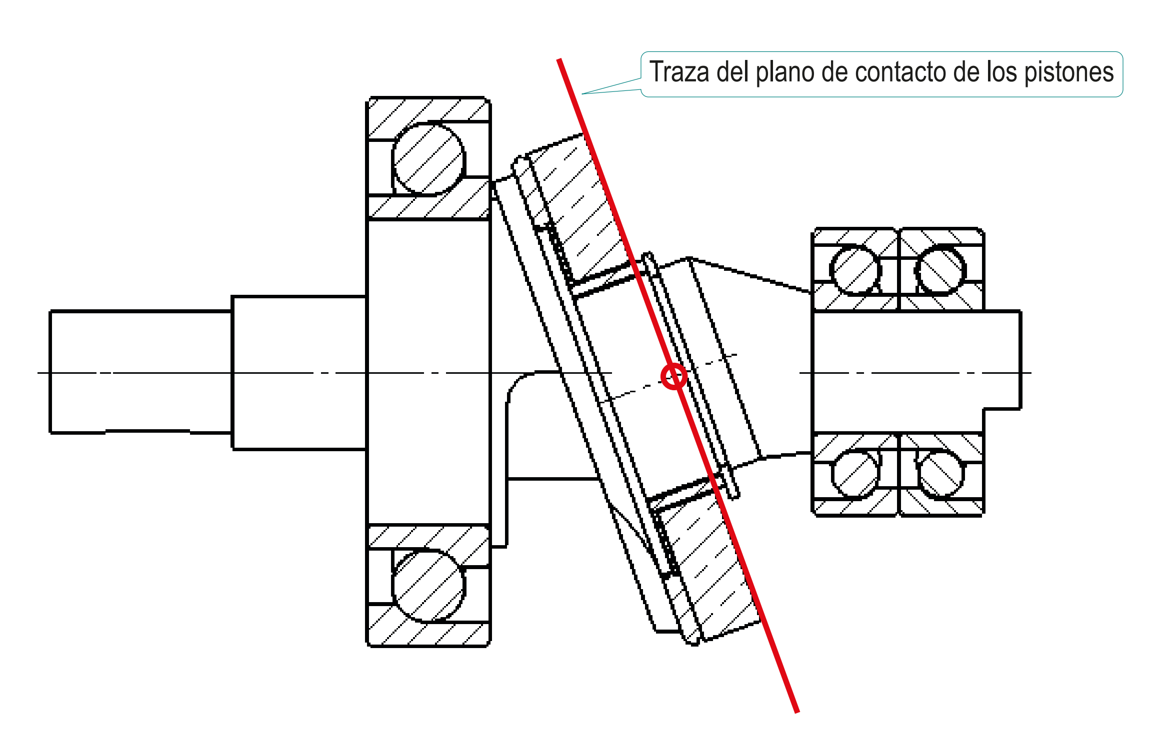
√ Escriba el texto

√ Edite el formato, si es necesario



Ejecución: anotación

El plano teórico de contacto entre los pistones y el plato no depende sólo del diseño del eje, porque se produce en la superficie de rozamiento del disco



Por tanto, sería conveniente añadir la anotación también en el ensamblaje

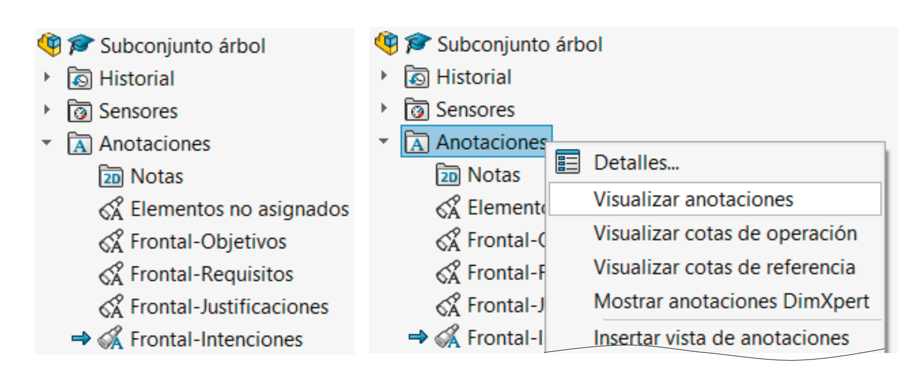
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

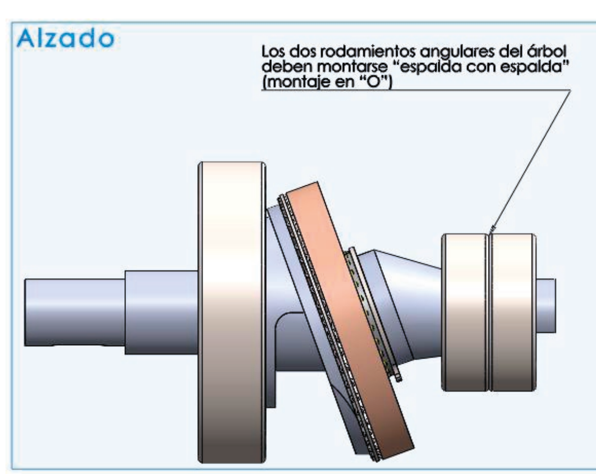
Ejecución: anotación

Añada las anotaciones en el subensamblaje del árbol:

- Abra el subensamblaje del árbol
- Organice la carpeta de anotaciones
- Configure la visualización de anotaciones



- Añada la nota de montaje “espalda con espalda” (montaje en “O”) de los dos rodamientos angulares del árbol:
  - Seleccione el comando *Nota* 
  - Seleccione el tipo de flecha 
  - Coloque la nota vinculando la flecha a uno de los rodamientos
  - Escriba el texto

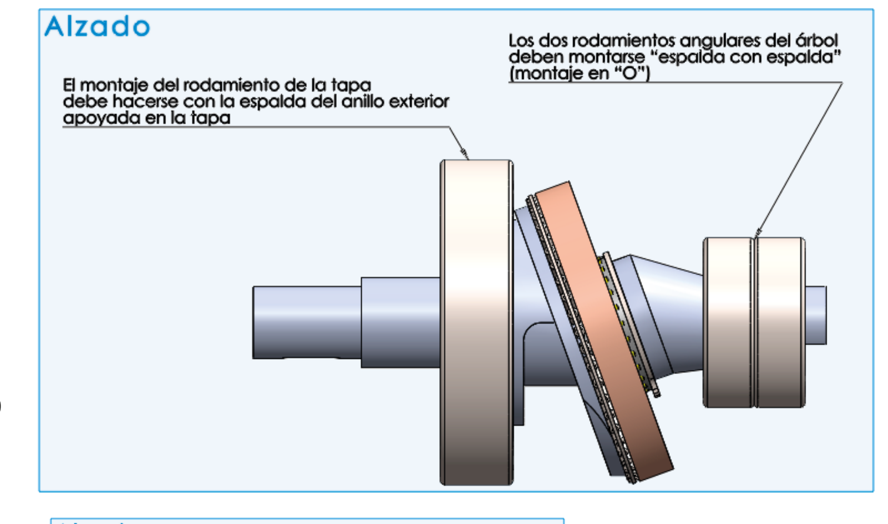


ISBN: 978-84-18951-43-5

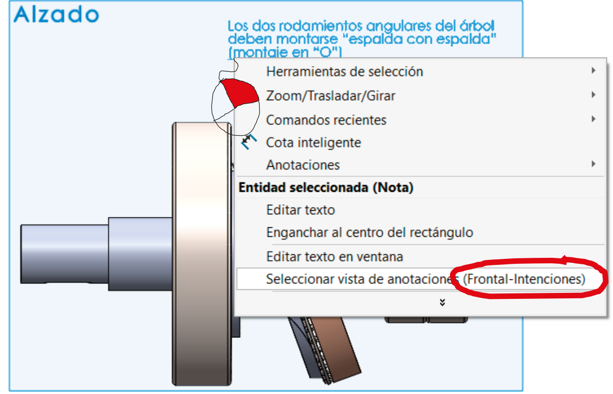
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotación

- Añada la nota de montaje del rodamiento de la tapa debe hacerse con la espalda del anillo exterior apoyada en la tapa:
  - Seleccione el comando *Nota* 
  - Seleccione el tipo de flecha 
  - Coloque la nota vinculando la flecha al contorno del rodamiento
  - Escriba el texto



- Compruebe que las notas hayan quedado asignadas a los planos de anotación correctos



- Guarde el subensamblaje

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

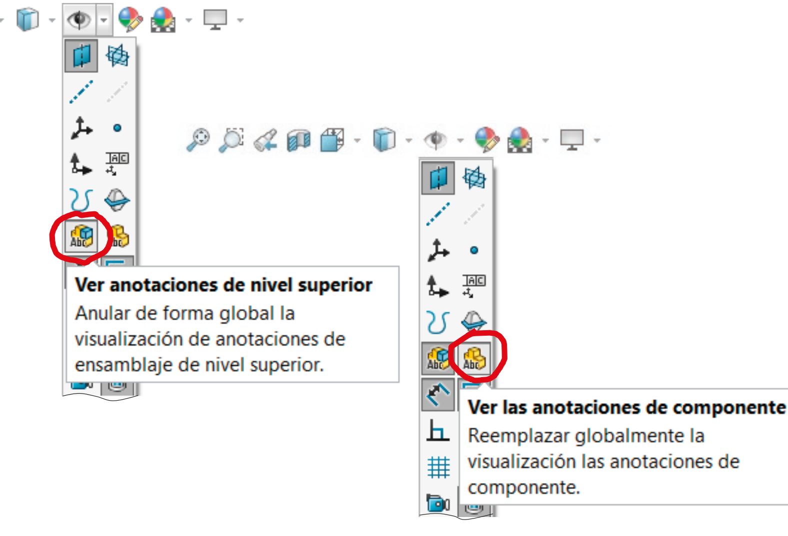
Ejecución: anotación

Muestre las anotaciones en el ensamblaje de la bomba:

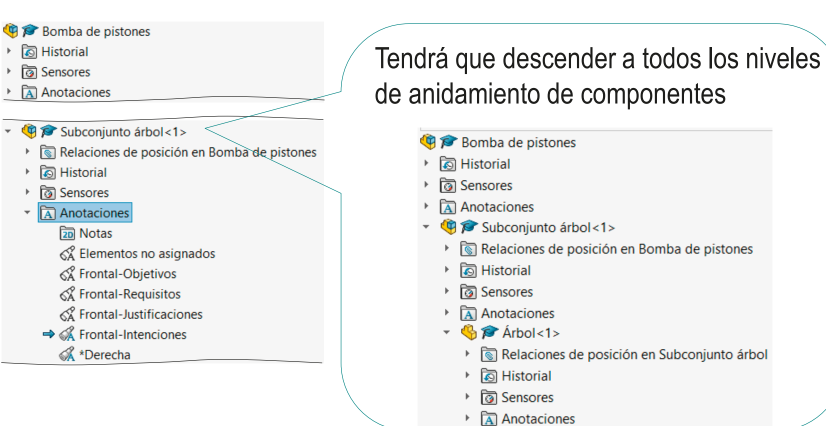
- √ Abra el ensamblaje de la bomba
- √ Compruebe que la visualización de las anotaciones esté activada

Debe activarse tanto en el árbol como en el menú *Ver*

- √ Active la visualización de anotaciones de niveles inferiores ("componentes")



- √ Desde el árbol del ensamblaje, compruebe que las carpetas de anotaciones de los componentes estén visibles



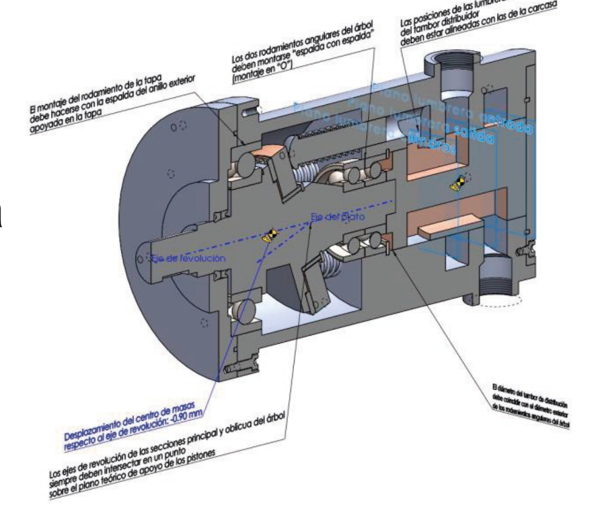
- √ Guarde el ensamblaje

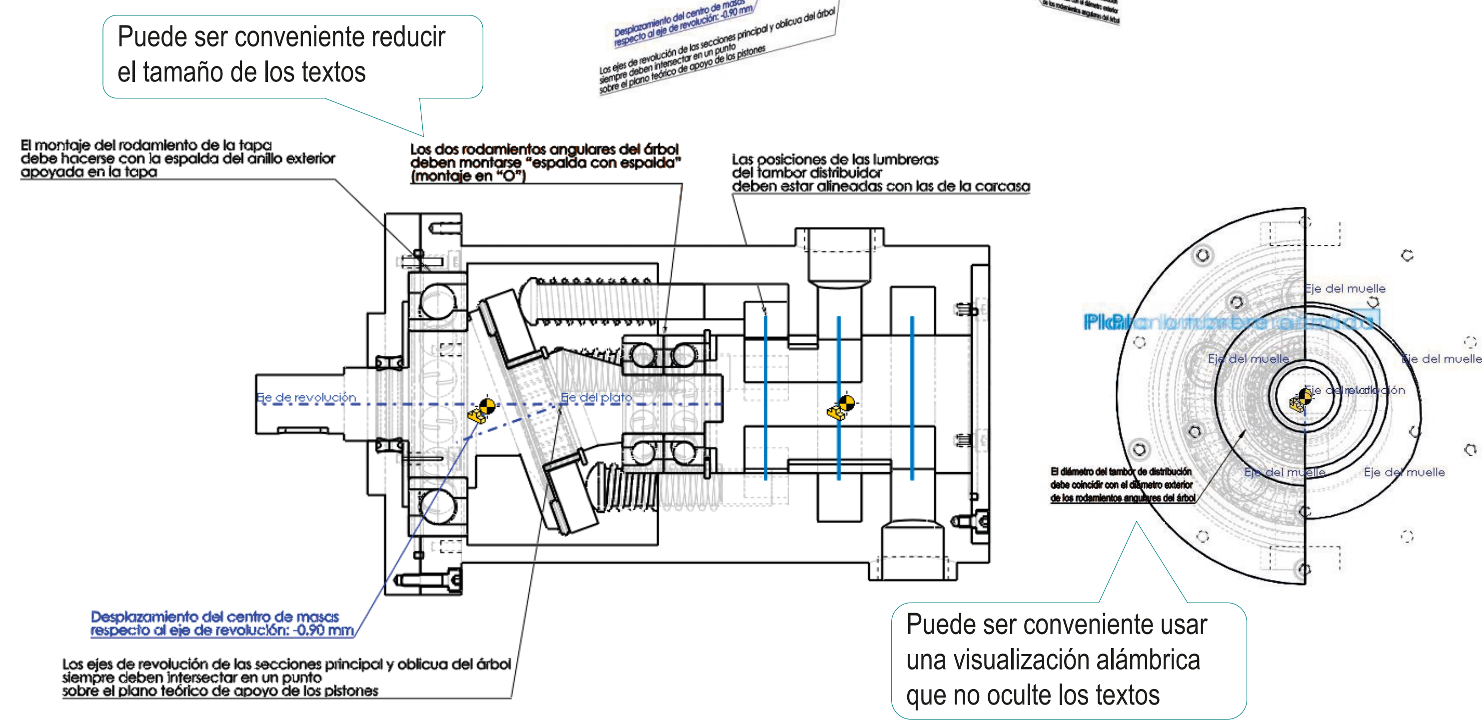
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Ejecución: anotación

Al mostrar muchas anotaciones, es probable que tenga que recolocarlas para que no se solapen





Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 No haga transferencia de cotas al modelar, porque las cotas de los modelos perderán la intención de diseño

2 Modele usando datums que faciliten un correcto encaje de las piezas del ensamblaje

3 Respete la secuencia de ensamblaje, para que el árbol del ensamblaje muestre el orden de montaje

El ensamblaje virtual debe replicar al ensamblaje real

4 Enriquezca los modelos y ensamblajes con anotaciones que transmitan información de:

- √ Objetivos
- √ Requisitos
- √ Justificaciones de diseño
- √ Intenciones de diseño

5 Organice las anotaciones por tipos, para facilitar la búsqueda de información relevante en cada etapa

Defina planos de anotación que no sólo dependan de la orientación, sino del tipo de notas que contienen

Anexos

Introducción

Las aplicaciones CAD 3D son configurables porque distintos usuarios tienen necesidades diferentes:

Los usuarios expertos necesitan reconfigurar las aplicaciones CAD 3D para utilizarlas de forma más eficiente

↔

Los usuarios novatos necesitan conocer los aspectos básicos de la reconfiguración para poder revertir cambios no deseados en la misma

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

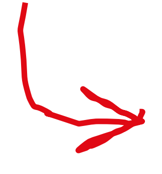
Introducción

Los métodos de trabajo de las aplicaciones CAD 3D pueden adaptarse para realizar las tareas de modelado, ensamblaje y dibujo siguiendo diferentes criterios y normas



Las aplicaciones CAD 3D usan parámetros que se pueden cambiar para seleccionar diferentes opciones de funcionamiento de la aplicación

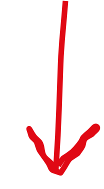
Los entornos de trabajo de las aplicaciones CAD 3D pueden modificarse para adaptarse a las preferencias y necesidades de diferentes usuarios



Las aplicaciones CAD 3D usan interfaces de usuarios basadas en menús que se pueden reconfigurar

Opciones

Los usuarios expertos de aplicaciones CAD 3D necesitan que la aplicación se adapte a sus distintas circunstancias y estilos



Para conseguir aplicaciones CAD 3D polivalentes, los fabricantes utilizan grandes conjuntos de parámetros que se pueden personalizar

Los usuarios novatos de aplicaciones CAD 3D necesitan que la aplicación funcione de forma razonable sin necesidad de complicados ajustes previos

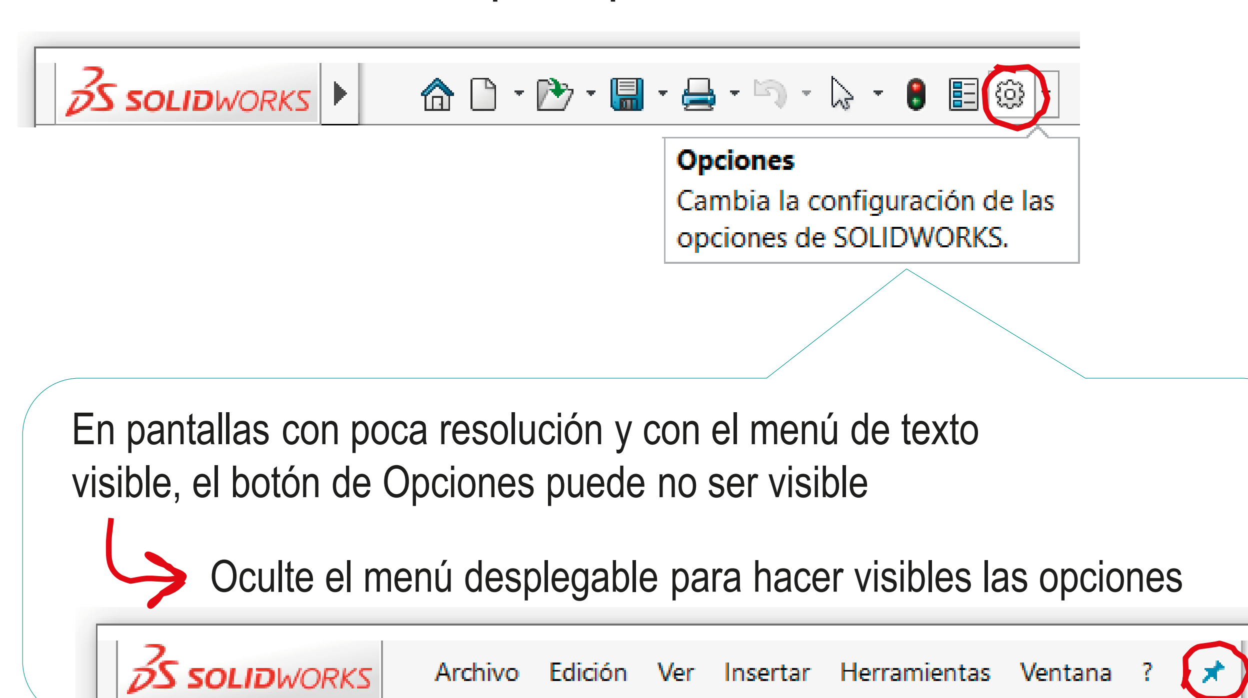


Para conseguir aplicaciones CAD 3D fáciles de usar, los fabricantes utilizan configuraciones por defecto para los conjuntos de parámetros

Opciones

Los parámetros que permiten configurar el método de trabajo de SolidWorks se denominan OPCIONES

El editor de opciones está accesible en el menú principal



Opciones: conceptos básicos

La aplicación distingue dos tipos principales de opciones:

- √ Opciones de sistema

  Se guardan en el registro del sistema operativo y se aplican a todos los documentos

- √ Propiedades de documento

  Se guardan en el documento actual, y sólo afectan a dicho documento



Las propiedades de documento son distintas para cada tipo de documento:

- √ Propiedades de modelo
- √ Propiedades de ensamblaje
- √ Propiedades de dibujo

ISBN: 978-84-18951-43-5

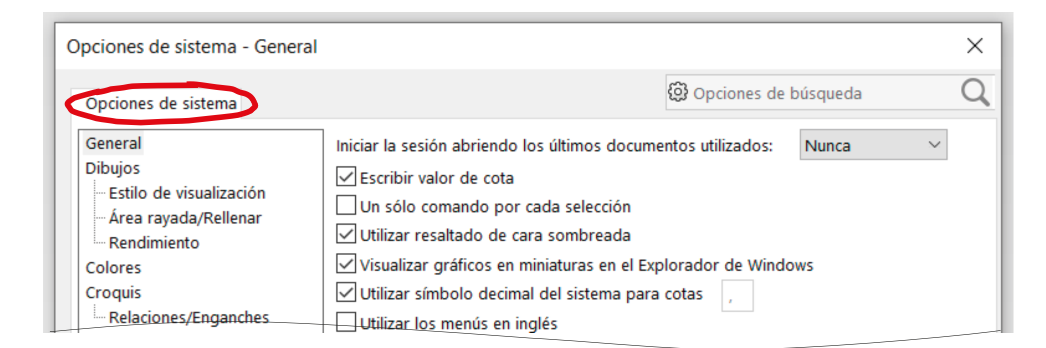
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

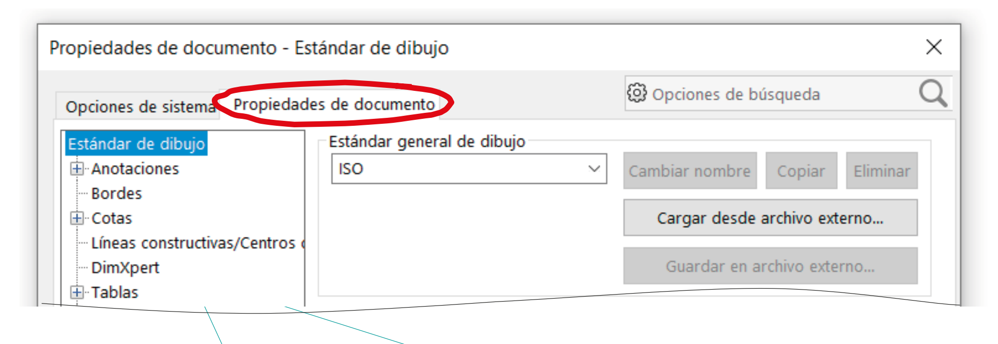
Opciones: conceptos básicos



Las *opciones de sistema* están disponibles siempre:



Las *propiedades de documento* sólo están disponibles cuando hay un documento abierto



Y sólo están disponibles las opciones de documento correspondientes al tipo de documento abierto

ISBN: 978-84-18951-43-5

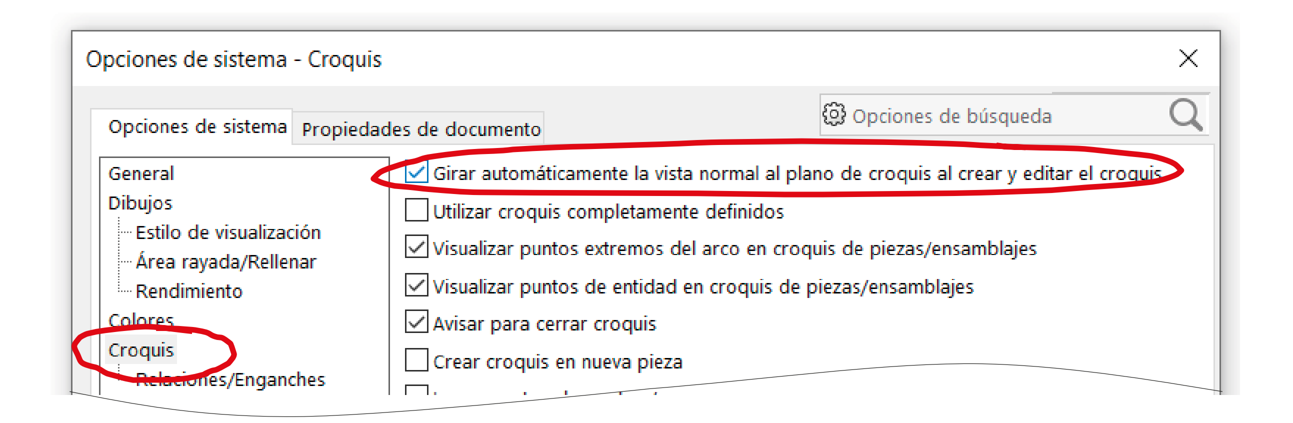
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Opciones: conceptos básicos



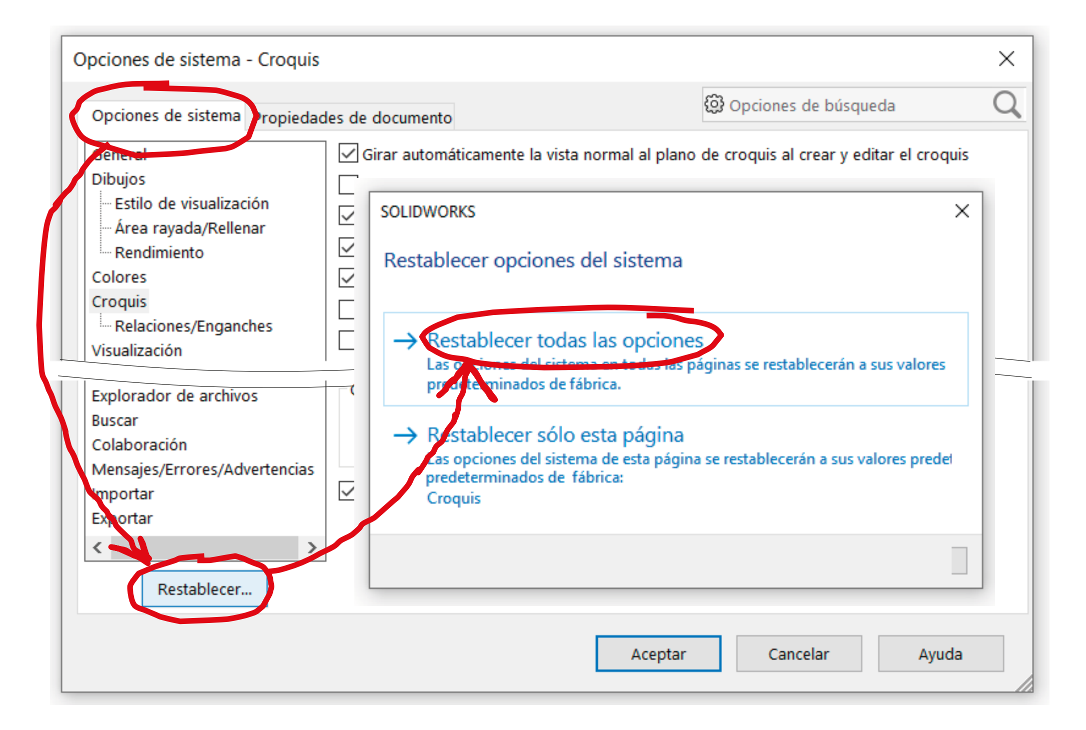
Conviene conocer las opciones disponibles…

…porque cambiar algunas opciones puede ser interesante incluso para usuarios poco expertos:



Opciones: conceptos básicos

Los usuarios poco expertos pueden revertir las opciones de sistema a los valores por defecto:

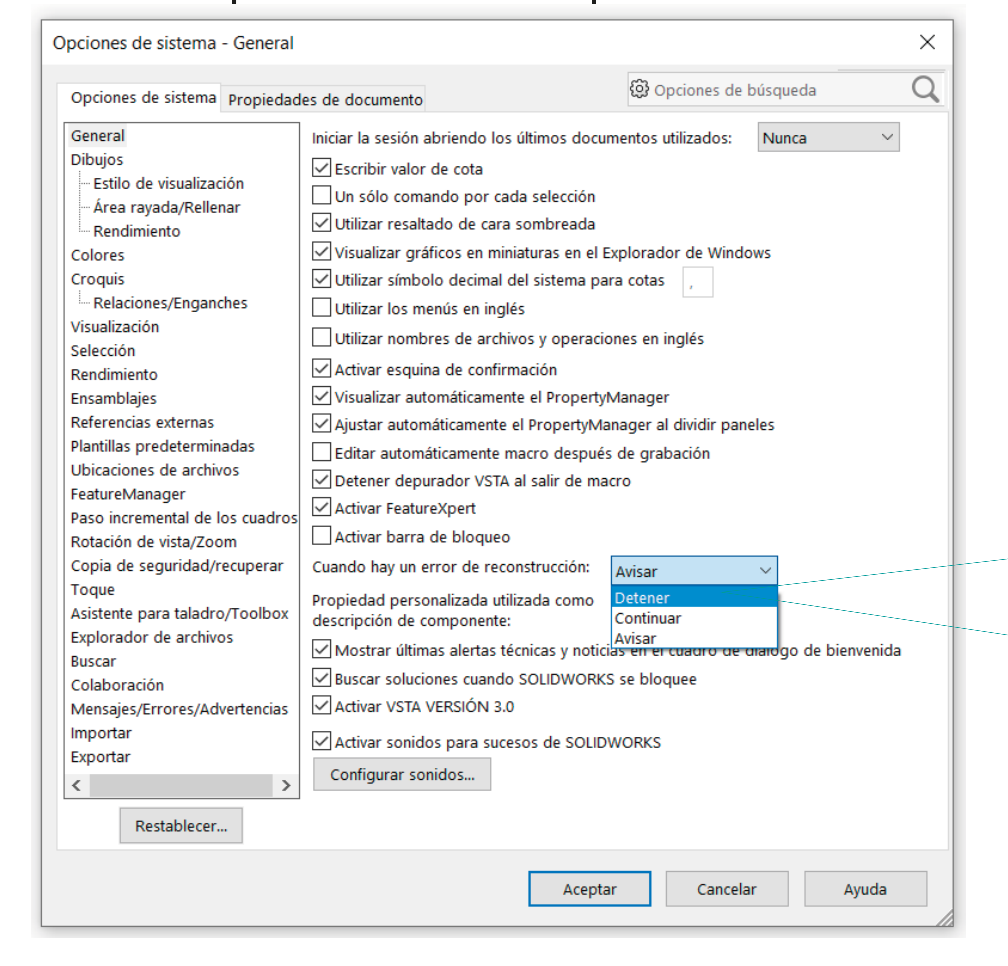




Esto es útil para trabajar con ordenadores compartidos, cuya configuración haya sido cambiada por otros usuarios

Opciones: conceptos avanzados

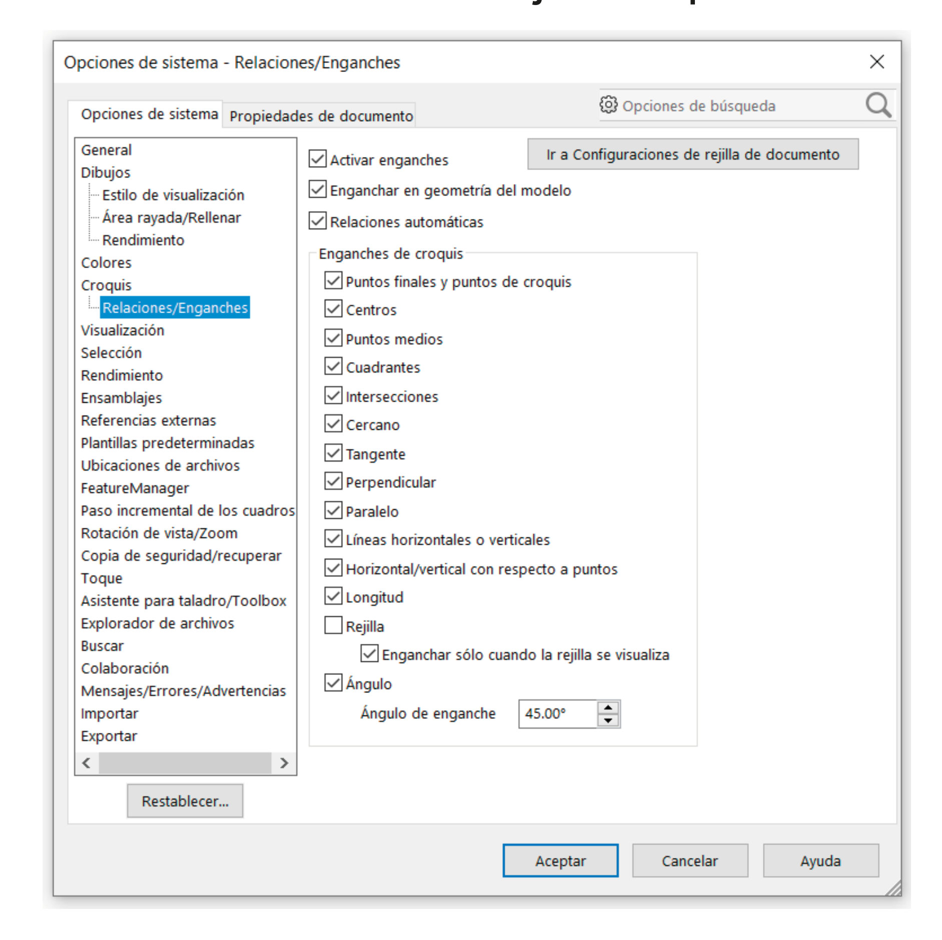
Los usuarios expertos pueden modificar las opciones de sistema que consideren oportuno:



Por ejemplo, deteniendo el programa cuando haya un error de reconstrucción de una pieza crítica

Opciones: conceptos avanzados

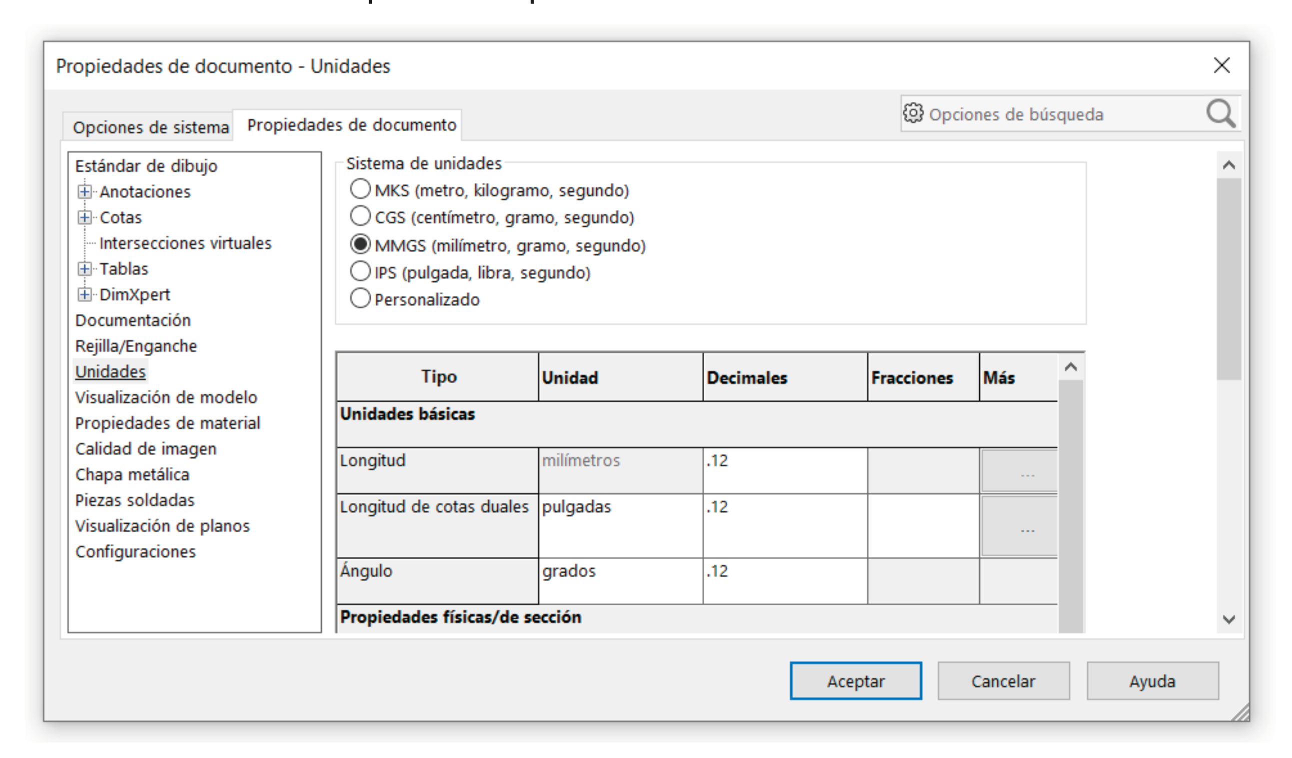
De la configuración de sistema destacan las relaciones de enganche, porque controlan las restricciones que se detectan automáticamente al dibujar croquis:



Opciones: conceptos avanzados

De la configuración de pieza destacan:

√ Las *unidades* son importantes para acotar



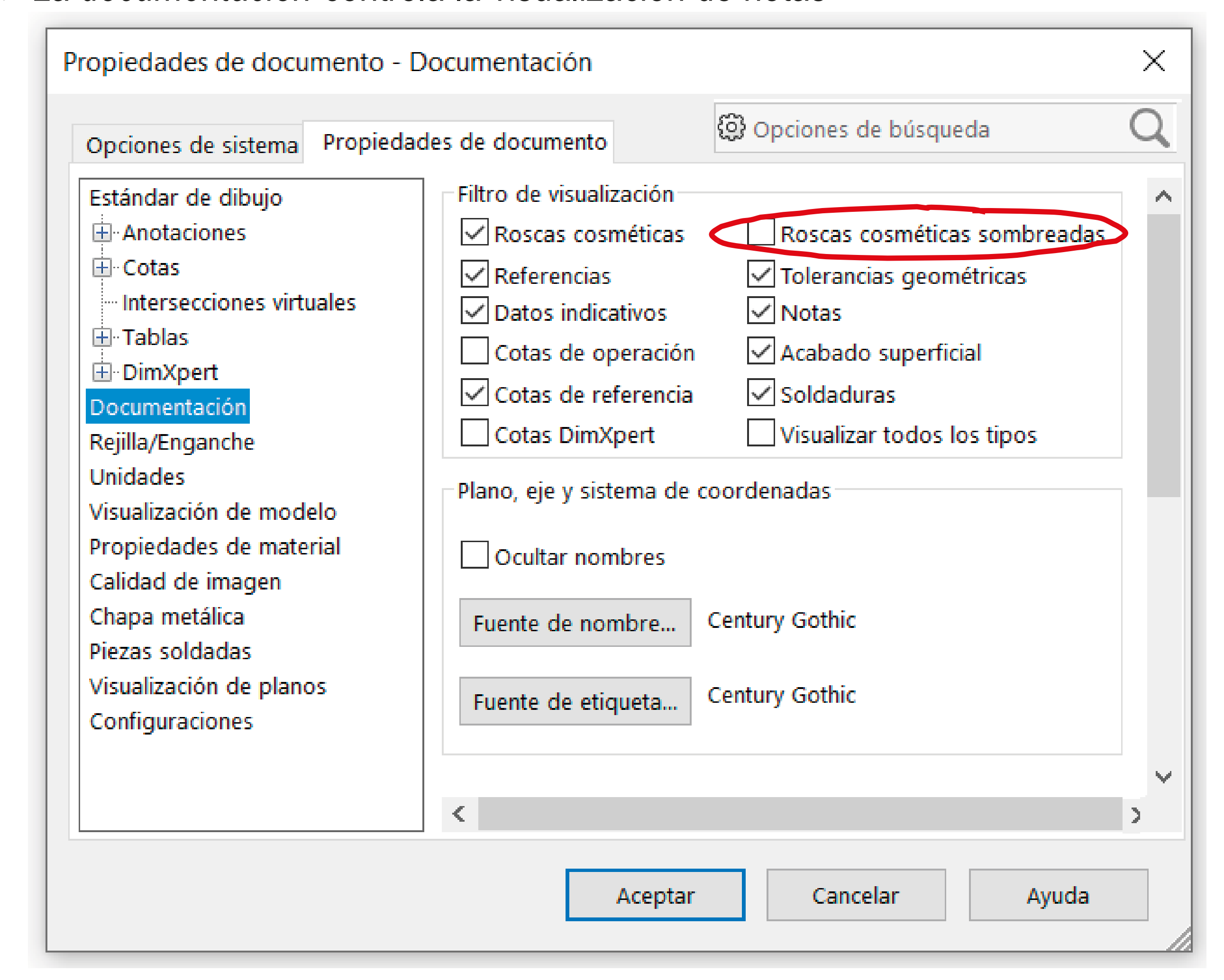
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

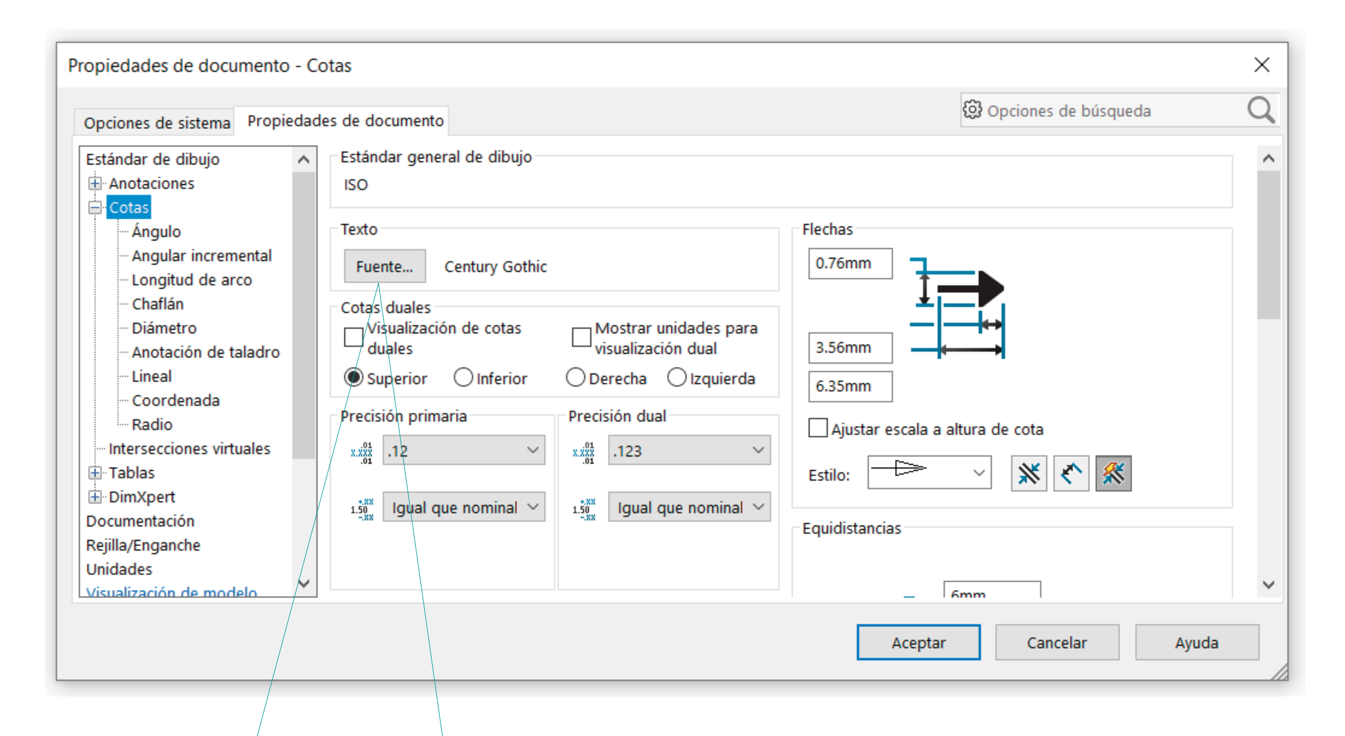
Opciones: conceptos avanzados

√ La *documentación* controla la visualización de notas



Opciones: conceptos avanzados

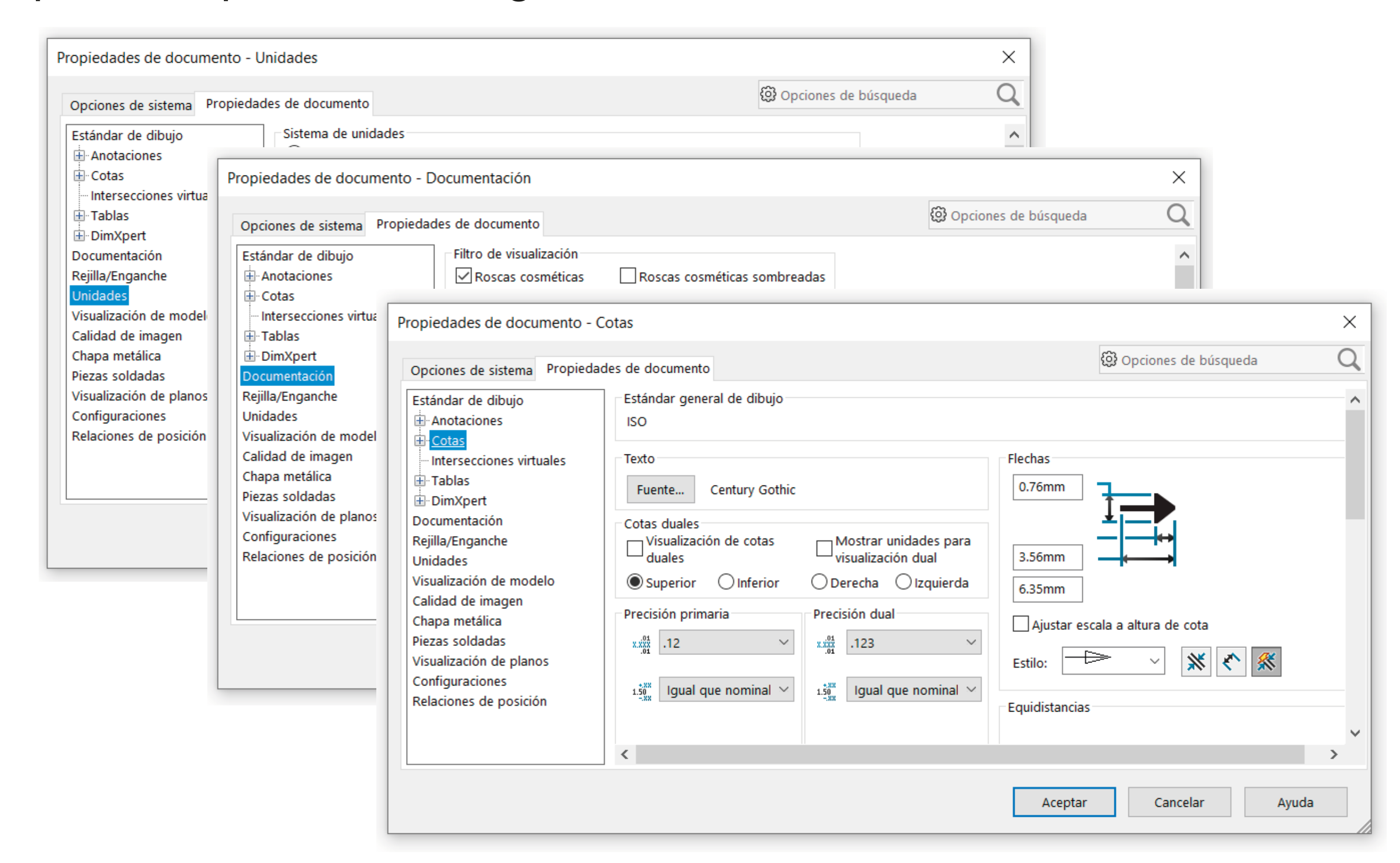
√ Las *cotas* y las *anotaciones* también controlan aspectos importantes de la visualización



Cambie el tamaño de fuente si las cotas de los croquis son demasiado grandes o pequeñas

Opciones: conceptos avanzados

De la configuración de ensamblaje destacan las mismas opciones que de la configuración de modelos:

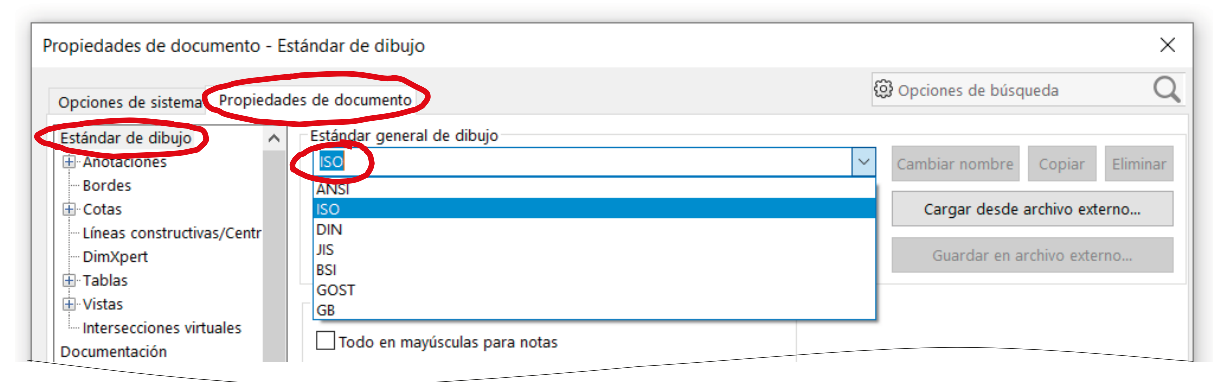


Opciones: conceptos avanzados

De la configuración de dibujos destaca la importancia de definir un estilo de representación

Los estilos de representación asignan valor a todas las opciones de dibujo, de acuerdo con una norma en particular

Existen estilos preinstalados

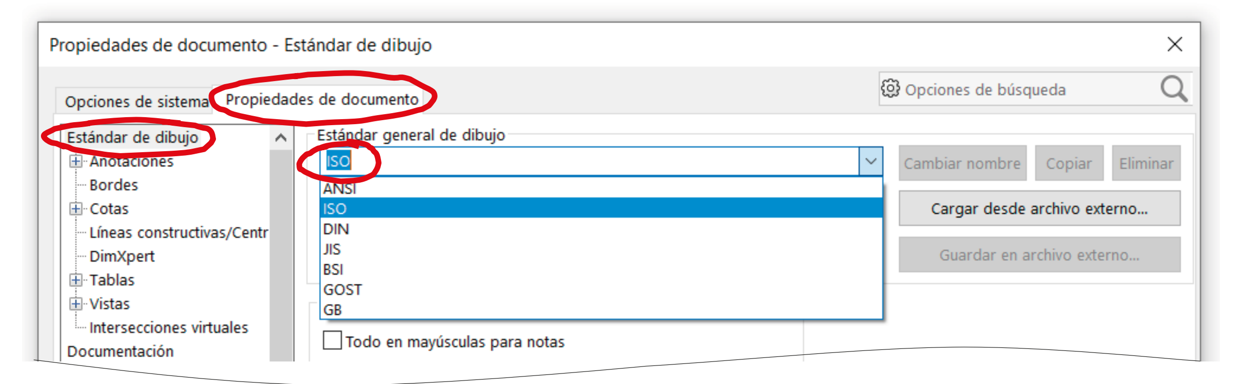


Cambiando un estilo por otro se adapta rápidamente un dibujo de una norma a otra

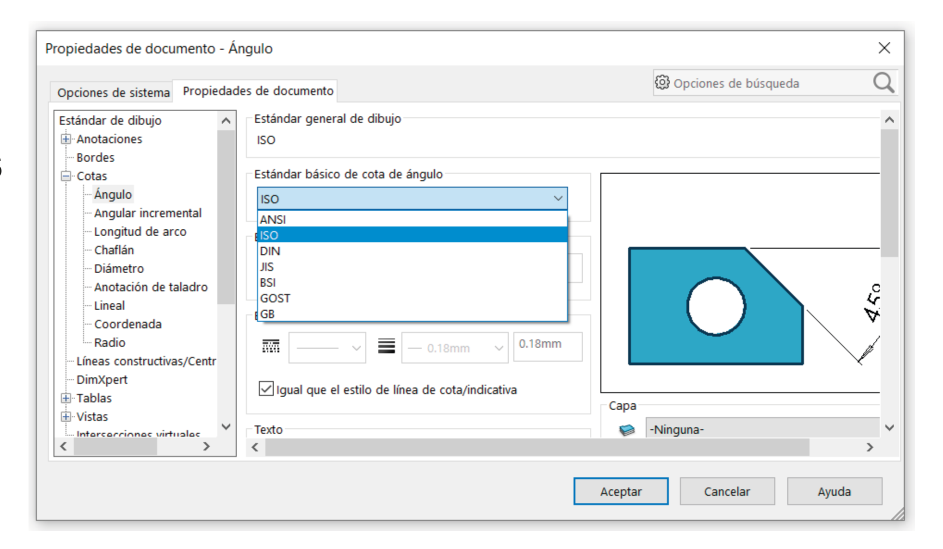
Opciones: conceptos avanzados

Se puede combinar un estilo principal con otros estilos

√ Seleccione el estilo principal en *Estándar de dibujo*



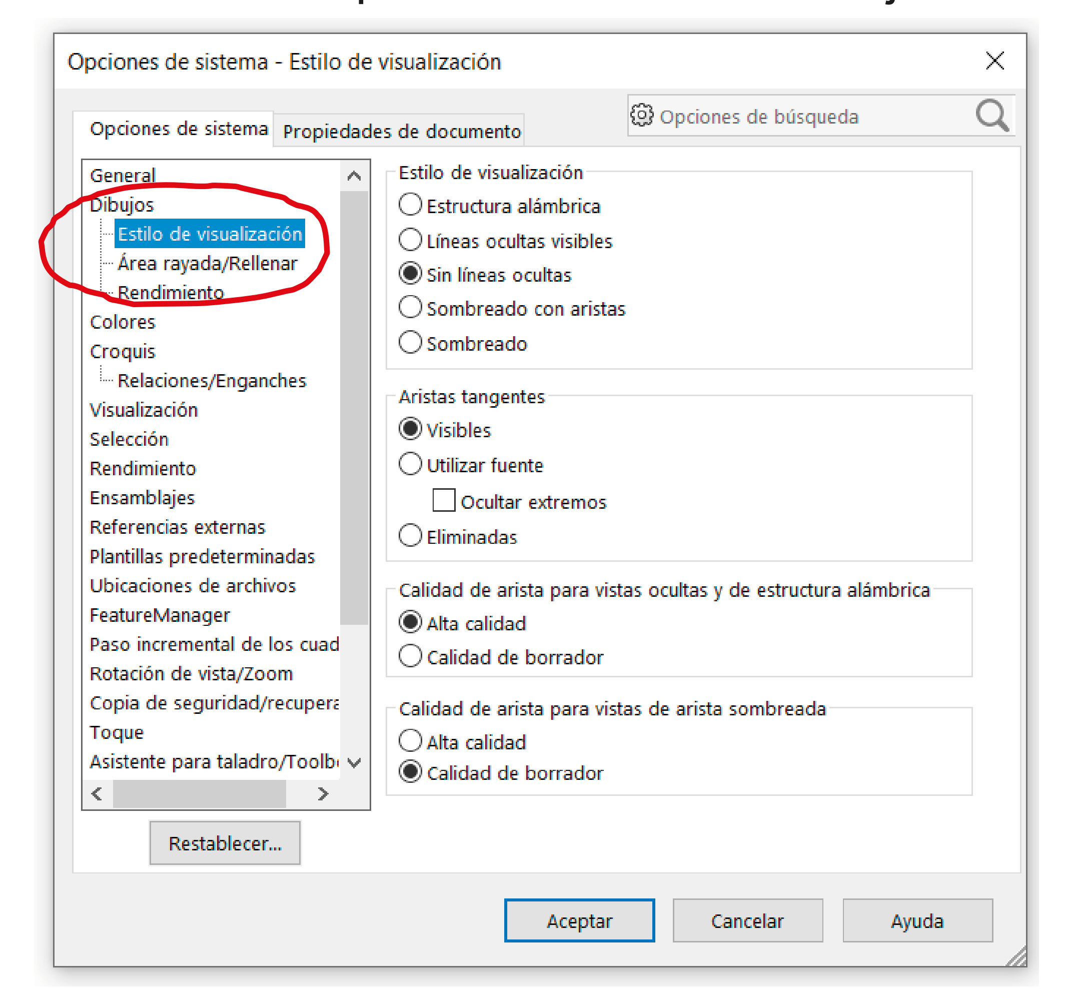
√ Seleccione diferentes estilos "básicos" para los bloques de parámetros que considere oportuno



ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Hay que notar que parte de la configuración del sistema también afecta a la representación de los dibujos:



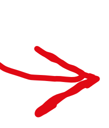
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Opciones: guardar

Introducción
Opciones
Básico
Avanzado
Guardar
Menús
Transferir

El método de trabajo se puede guardar, para utilizarlo posteriormente



Para ello hay que guardar las opciones:

√ Las opciones de sistema se guardan automáticamente en el registro, y se aplican a cualquier sesión posterior del programa

√ Las propiedades de documento se guardan automáticamente en el documento actual

Opciones: guardar

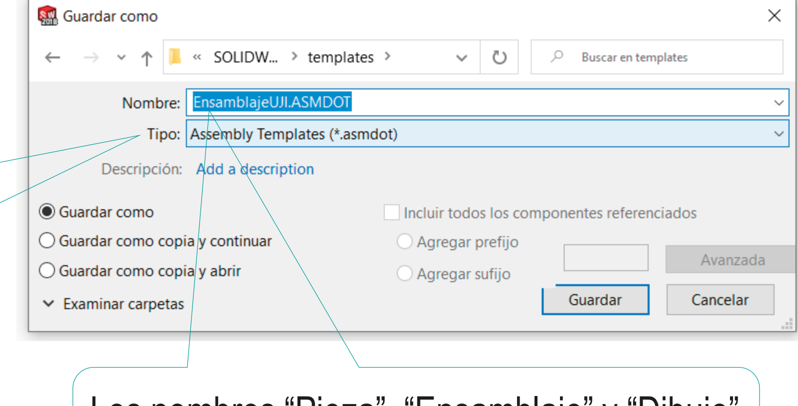
Las propiedades de documento también se pueden guardar como plantillas:

√ Abra un documento del tipo deseado (pieza, ensamblaje o dibujo)

√ Configure los parámetros de documento

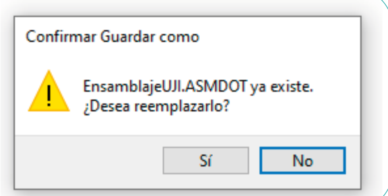
√ *Guarde como* plantilla

Pieza: (*.prtdot)
Ensamblaje: (*.asmdot)
Dibujo: (*.drwdot)



Los nombres "Pieza", "Ensamblaje" y "Dibujo" se reservan para las plantilla básicas

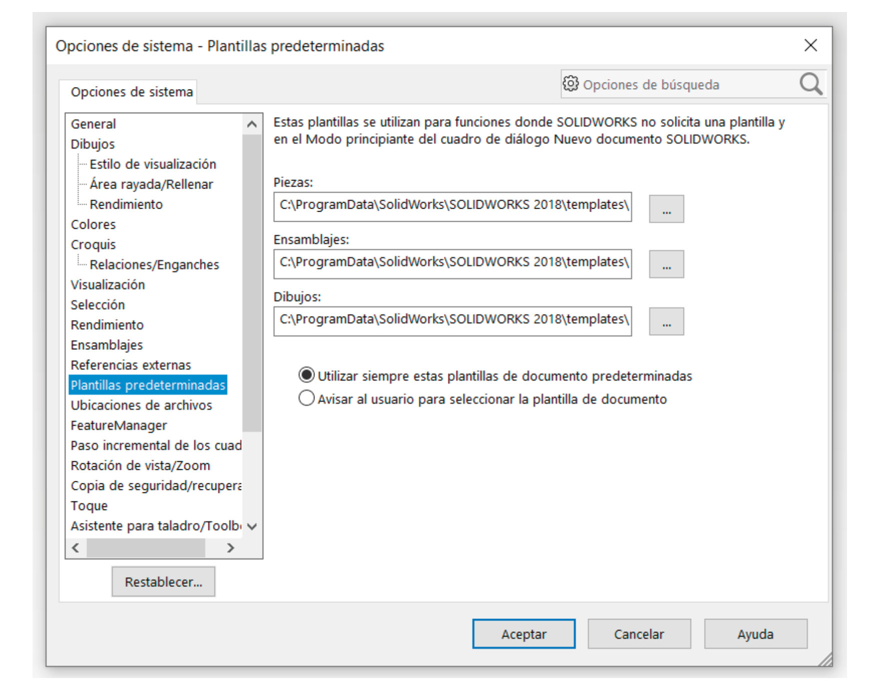
Si existe una plantilla previa con el mismo nombre, tendrá que confirmar para sobreescribir



Opciones: guardar

Si las configuraciones de documento se guardan en las carpetas de plantillas predeterminadas (y con los nombres básicos), el próximo documento que se cree utilizará dichas configuraciones

Las carpetas por defecto en las que se guardan las plantillas están definidas en las propiedades del sistema:



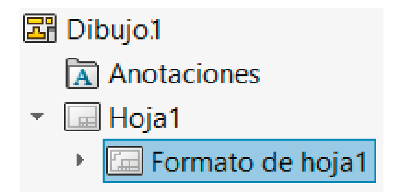
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

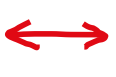
Opciones: guardar



Si la plantilla de dibujo se guarda con un formato de dibujo definido, los dibujos nuevos heredarán dicho formato:



Si quiere que se añada automáticamente cada vez que utilice la plantilla de dibujo, manténgalo el formato de hoja



Si quiere elegir formato cada vez que empiece un nuevo dibujo, elimínelo antes de guardar la plantilla

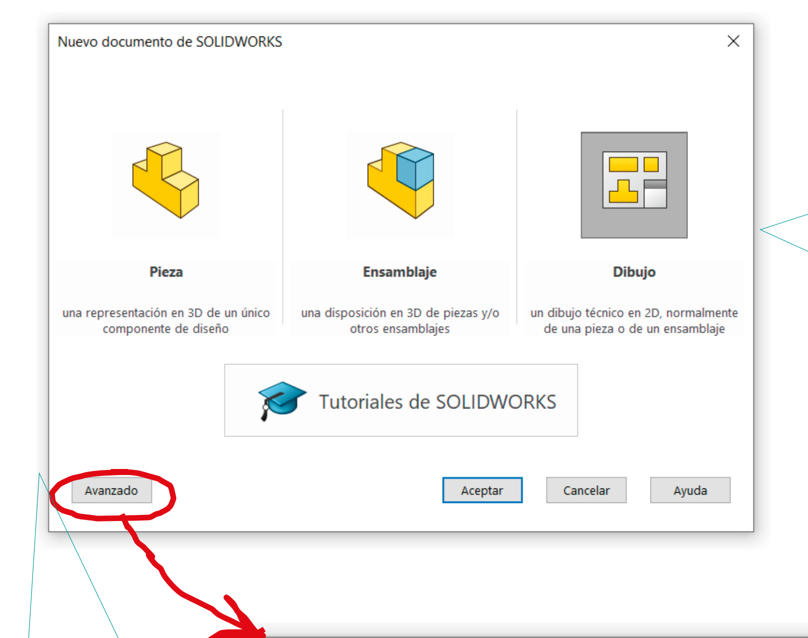
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

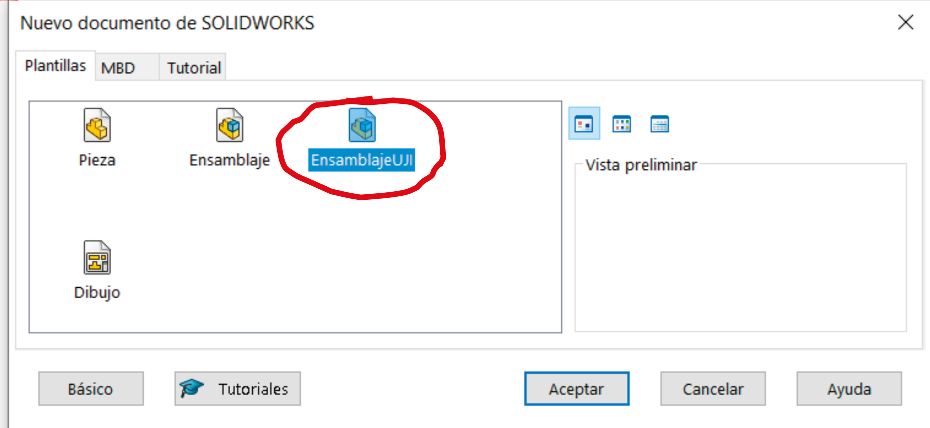
Opciones: guardar

Al abrir un documento nuevo, la aplicación propone las plantillas



Para los usuarios básicos sólo se muestran las plantillas por defecto

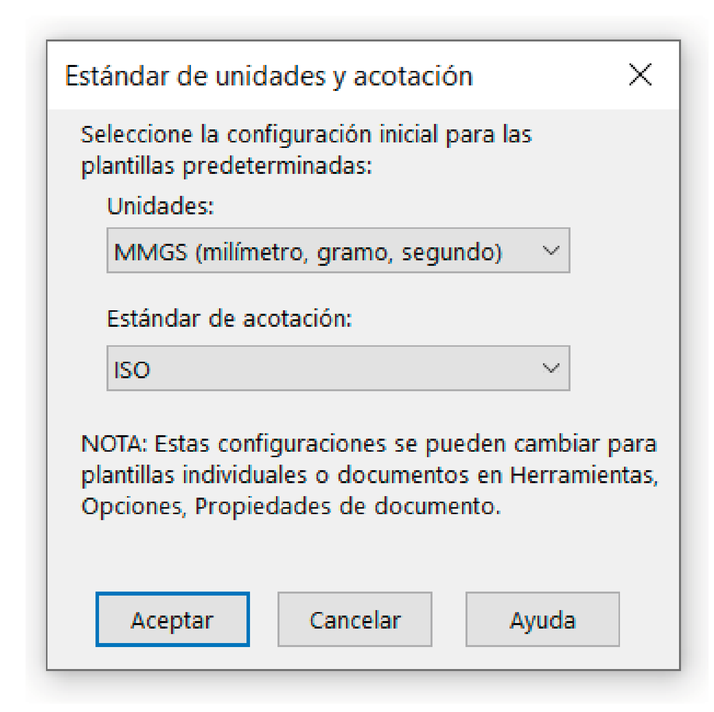
Los usuarios avanzados pueden seleccionar otras plantillas guardadas en la misma carpeta



Opciones: guardar

Si la carpeta de plantillas predeterminadas está vacía…

…el programa se inicia con una configuración mínima y solicita información para configurar ciertos parámetros:



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Menús

Los menús por defecto son bastante cómodos para los usuarios poco expertos…

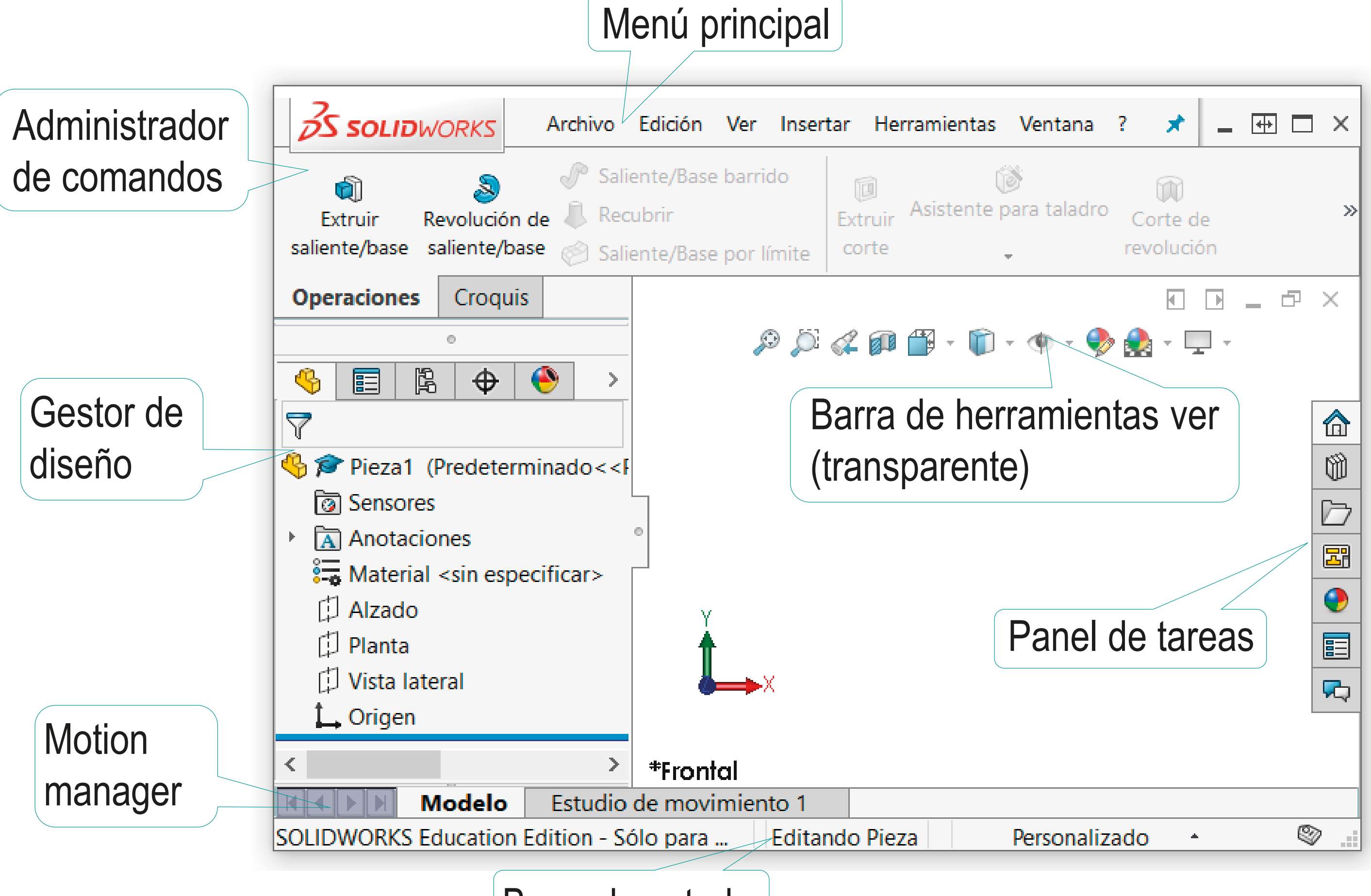
…pero deben aprender a modificarlos para revertirlos si los encuentran cambiados en los ordenadores de uso compartido

Los menús por defecto pueden ser incómodos por excesivamente detallados para usuarios expertos…

…que deben aprender a modificarlos por si necesitan simplificarlos u ocultarlos

También pueden querer personalizarlos para adaptarlos a tareas concretas

El emplazamiento por defecto de los menús es:





El menú principal tiene dos partes:

√ Barra de herramientas estándar

Conjunto de botones con operaciones básicas

SOLIDWORKS

√ Menú desplegable

Contiene el menú completo de la aplicación

SOLIDWORKS Archivo Edición Ver Insertar Herramientas Ventana ?

Se puede bloquear para que esté siempre visible

Si no está visible, se puede desplegar aquí

SOLIDWORKS

ISBN: 978-84-18951-43-5

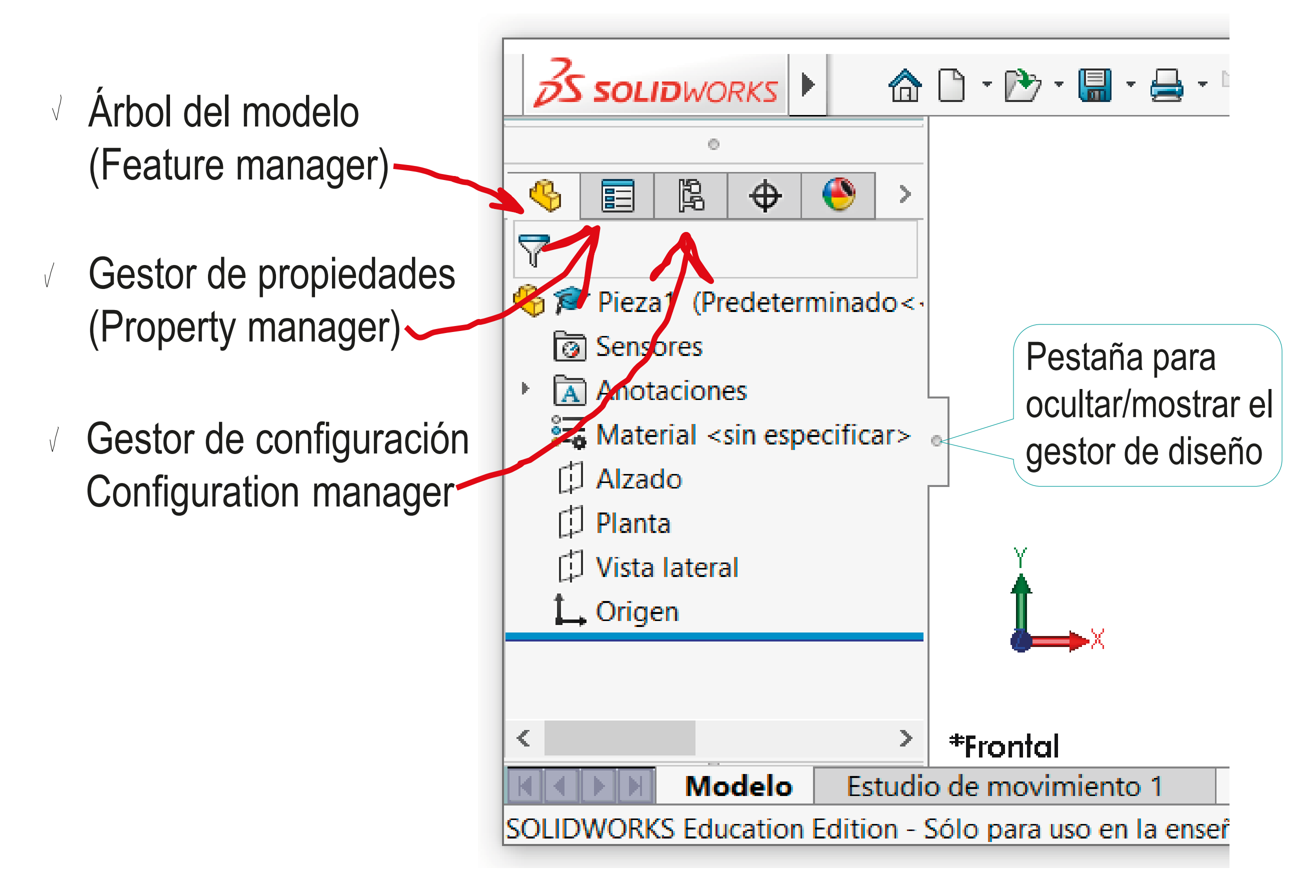
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Menús

El gestor de diseño contiene diferentes bloques de menús:

- Árbol del modelo (Feature manager)
- Gestor de propiedades (Property manager)
- Gestor de configuración Configuration manager





La aplicación conmuta automáticamente entre los diferentes bloques en función del contexto

ISBN: 978-84-18951-43-5

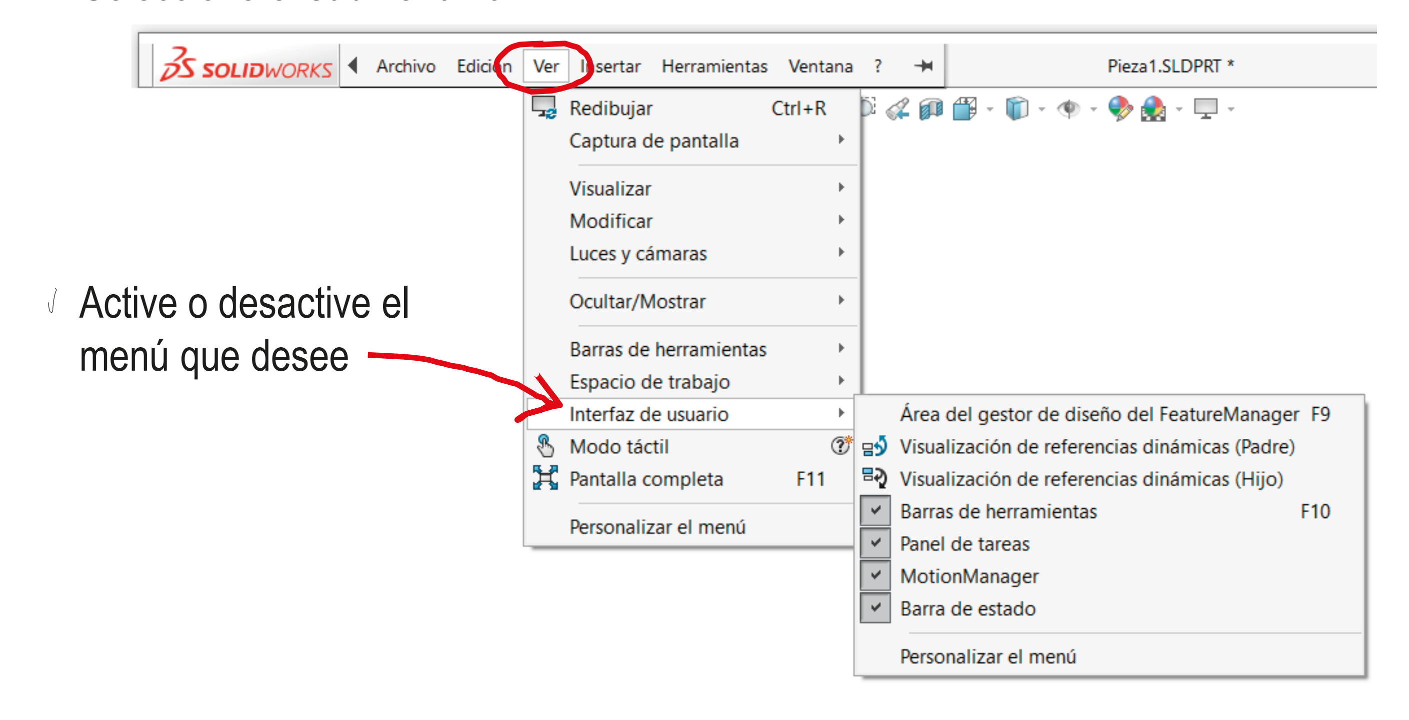
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Menús

Todos los menús se pueden activar o desactivar desde el menú principal:

√ Seleccione el submenú *ver*

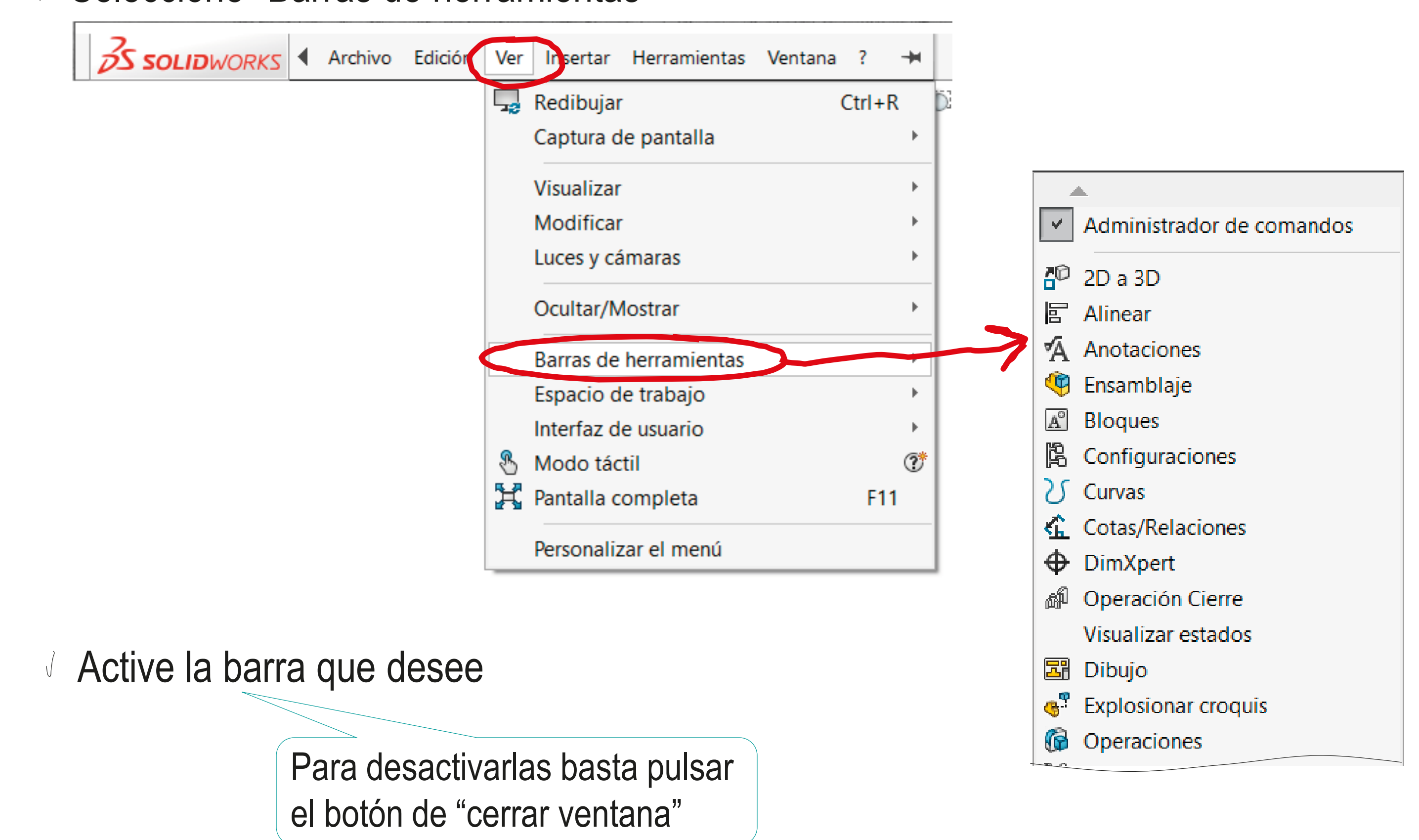
√ Active o desactive el menú que desee



Menús

También se puede activar cualquiera de las barras de herramientas para tareas especializadas:

√ Seleccione "Barras de herramientas"



√ Active la barra que desee

Para desactivarlas basta pulsar el botón de "cerrar ventana"

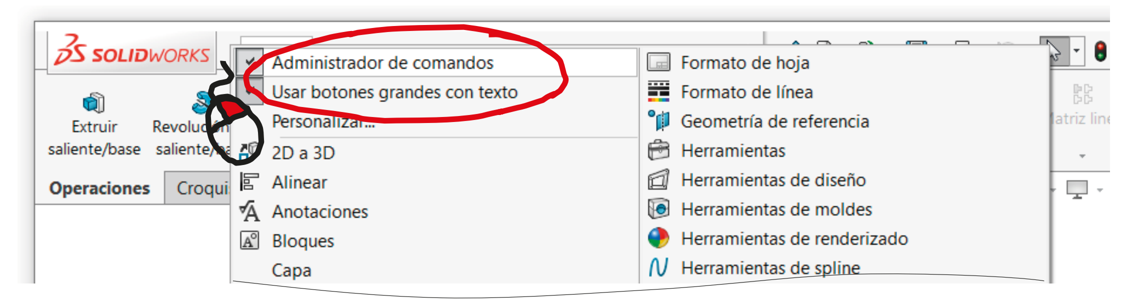
ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184



El administrador de comandos también se puede modificar desde el menú contextual del menú principal:

- √ Coloque el cursor en el menú principal
- √ Pulse el botón derecho



- √ Active o desactive el administrador de comandos
- √ Active o desactive los botones grandes con texto

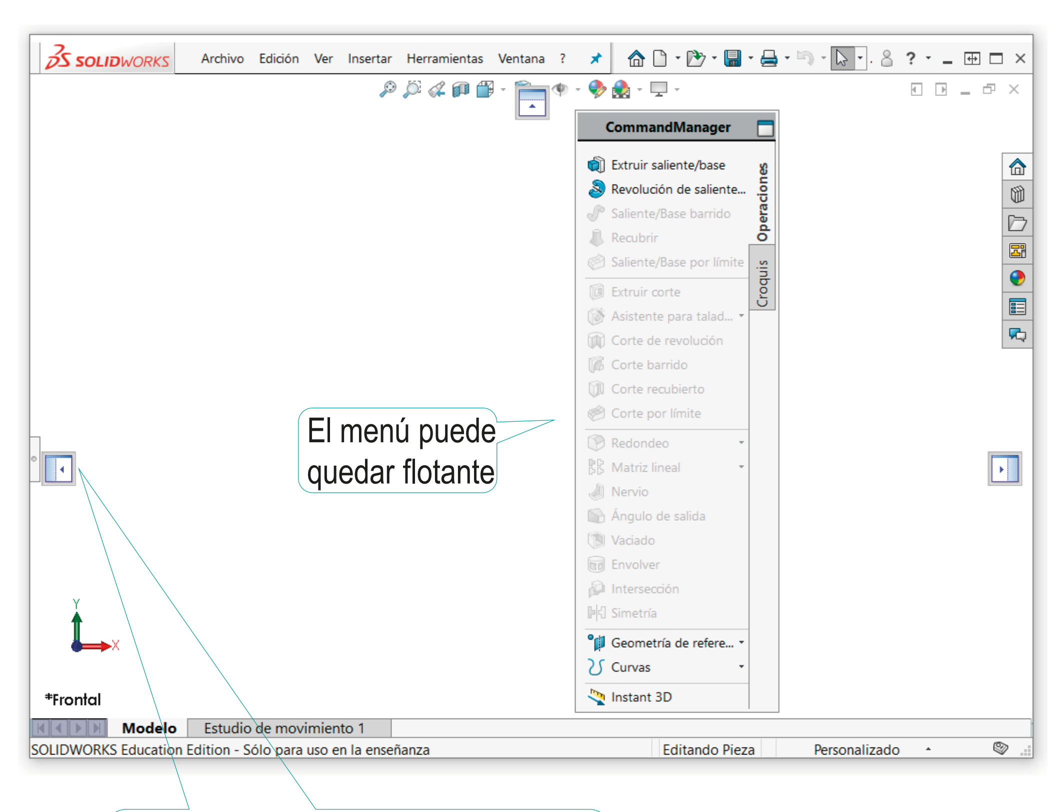
Otros menús que se pueden activar o desactivar de la misma manera son:

- √ Panel de tareas
- √ Barra transparente de herramientas ver

Menús

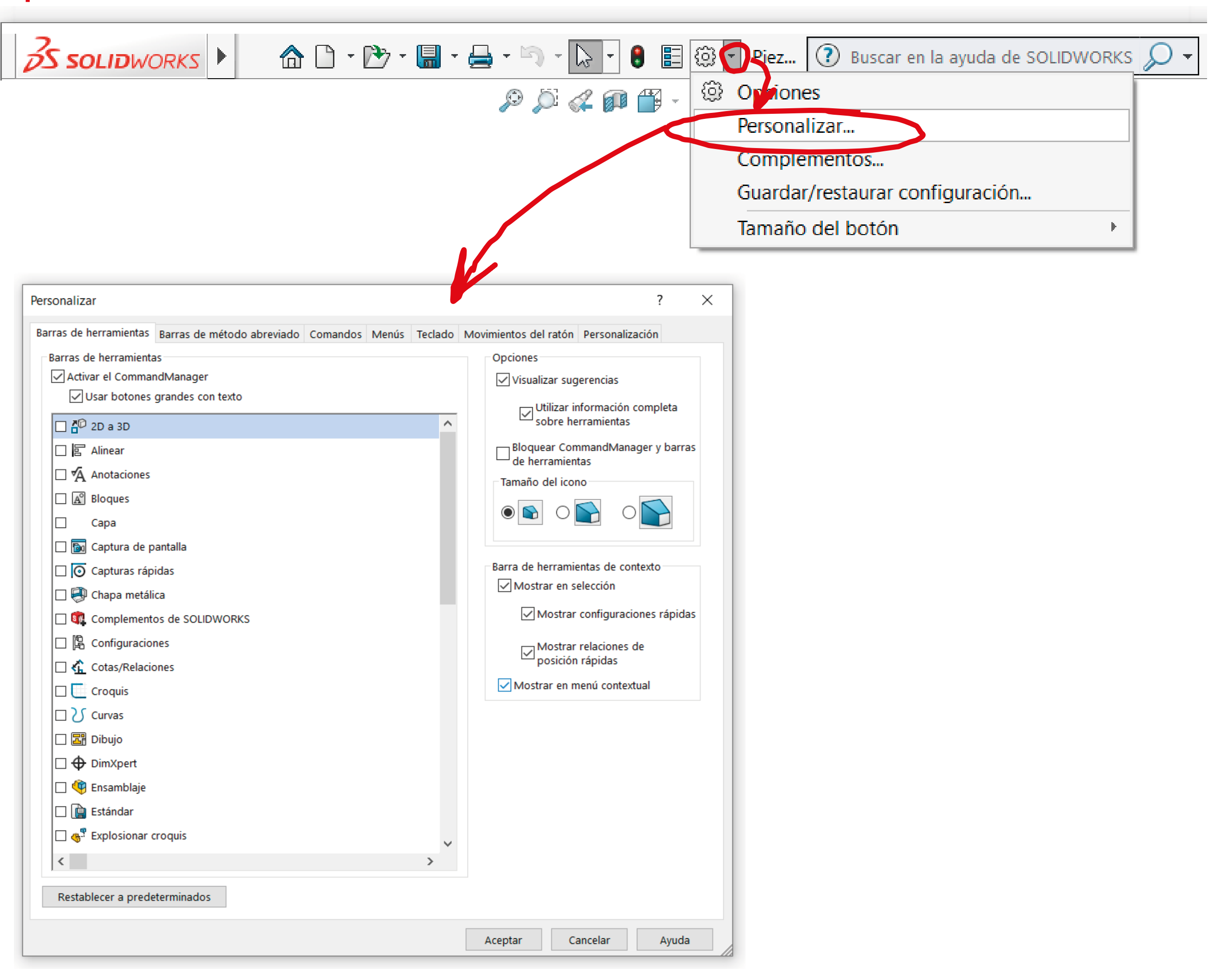
El emplazamiento de menús puede cambiarse "pinchando y arrastrando":

- Coloque el cursor sobre la cabecera o sobre una zona vacía del menú
- Pulse y mantenga pulsado el botón izquierdo
- Mueva y "arrastre" el menú
- Suelte el botón izquierdo cuando el menú esté en la posición deseada



Si mueve el cursor hasta un punto de anclaje, el menú quedará anclado en uno de los laterales de la ventana

Para personalizar los menús:

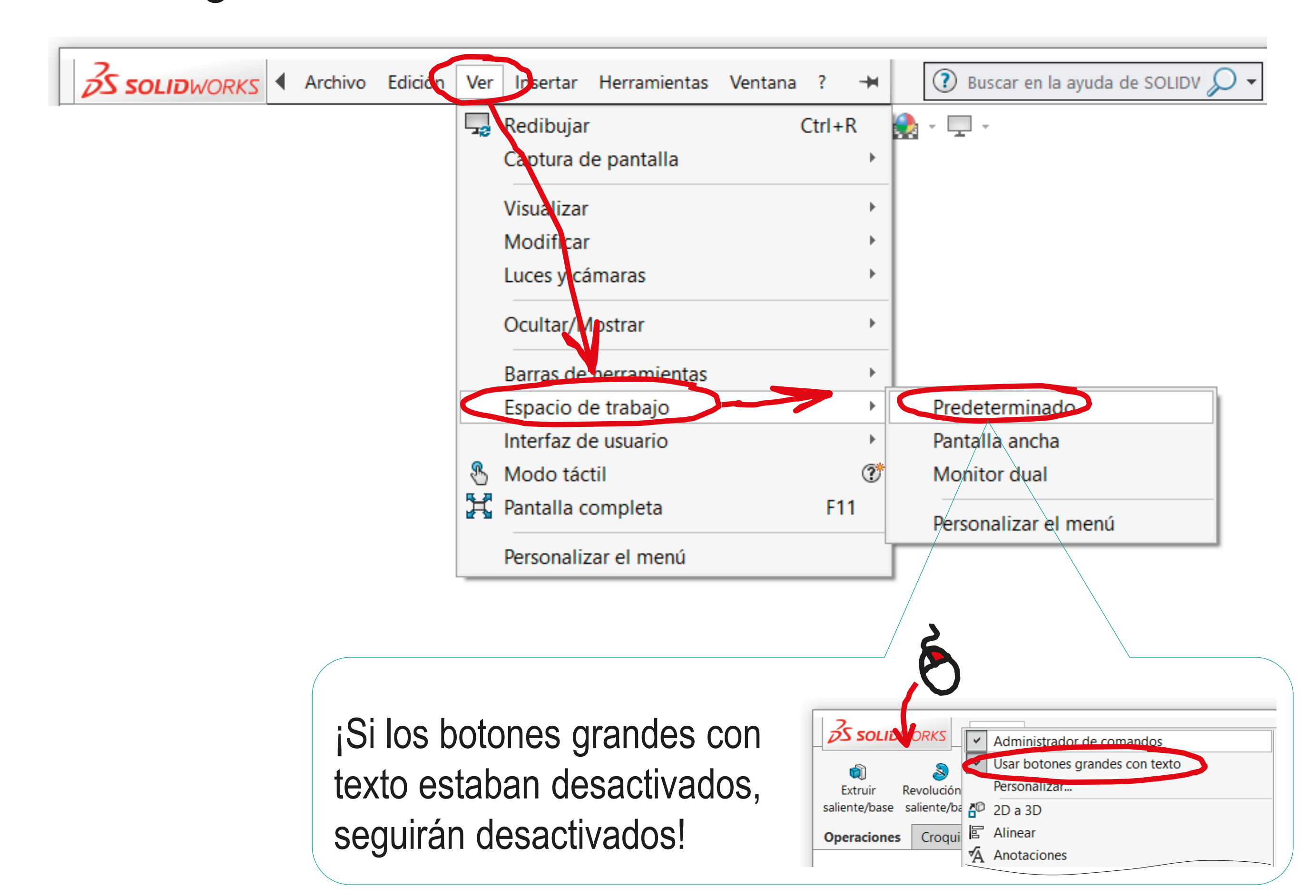


ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Menús

Un usuario novato puede revertir fácilmente los menús a su configuración habitual



ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Transferir

La configuración se puede transferir a otro ordenador:

1 Obviamente, la configuración de los documentos se traslada con ellos…

…pero también se puede transferir las plantillas, para que los documentos nuevos en el nuevo ordenador hereden dicha configuración

2 La configuración del sistema y los menús no se transfiere del mismo modo, ya que se guarda en el registro del sistema operativo

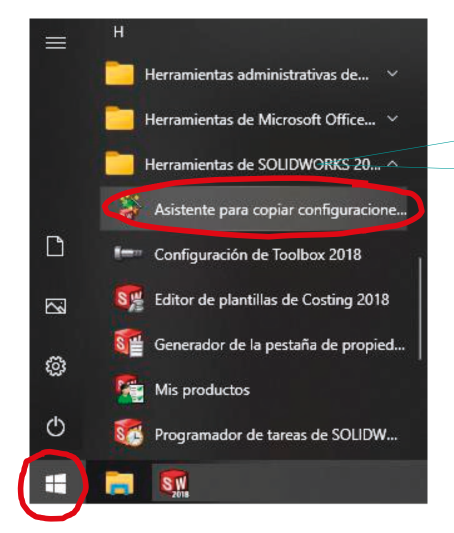
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Transferir

Para aplicar la configuración del sistema en otro ordenador:

√ Ejecute el asistente para copiar configuraciones



Suele estar en la carpeta *Herramientas de SolidWorks*

√ Seleccione la opción de guardar



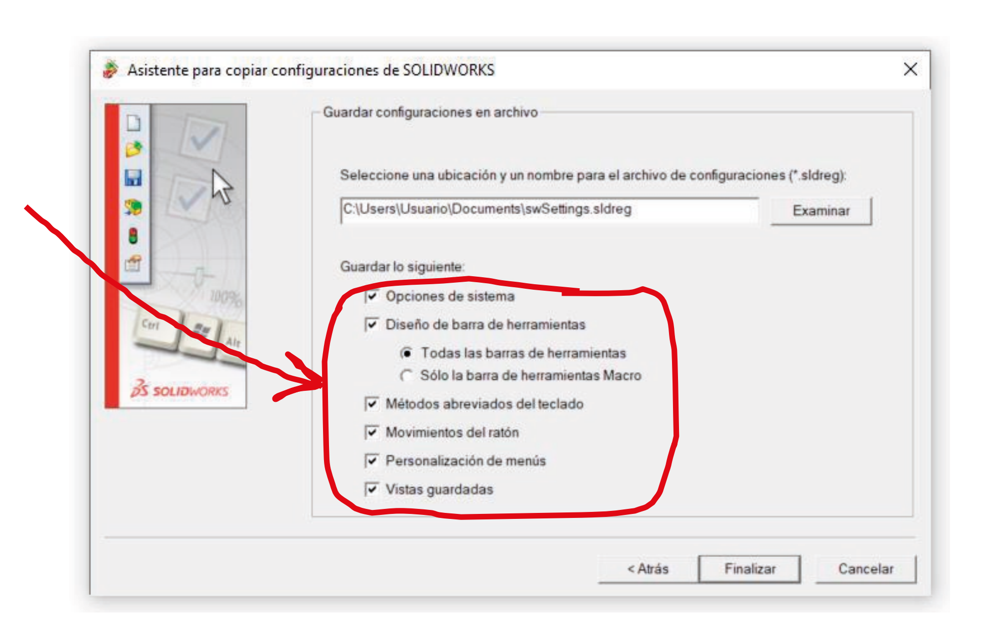
ISBN: 978-84-18951-43-5

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

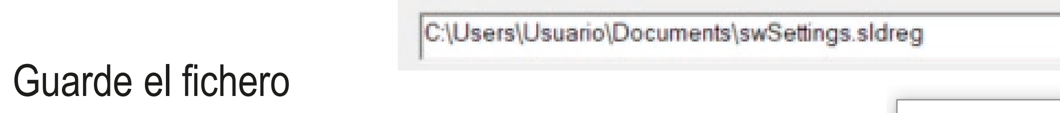
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Transferir

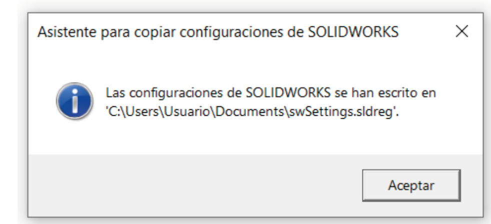
√ Seleccione los aspectos de la configuración que desea exportar



√ Finalice el proceso de crear el fichero de exportación



√ Guarde el fichero ejecutable resultante



√ Copie el fichero ejecutable en el nuevo ordenador

√ Ejecute para transferir la configuración al nuevo ordenador

Transferir



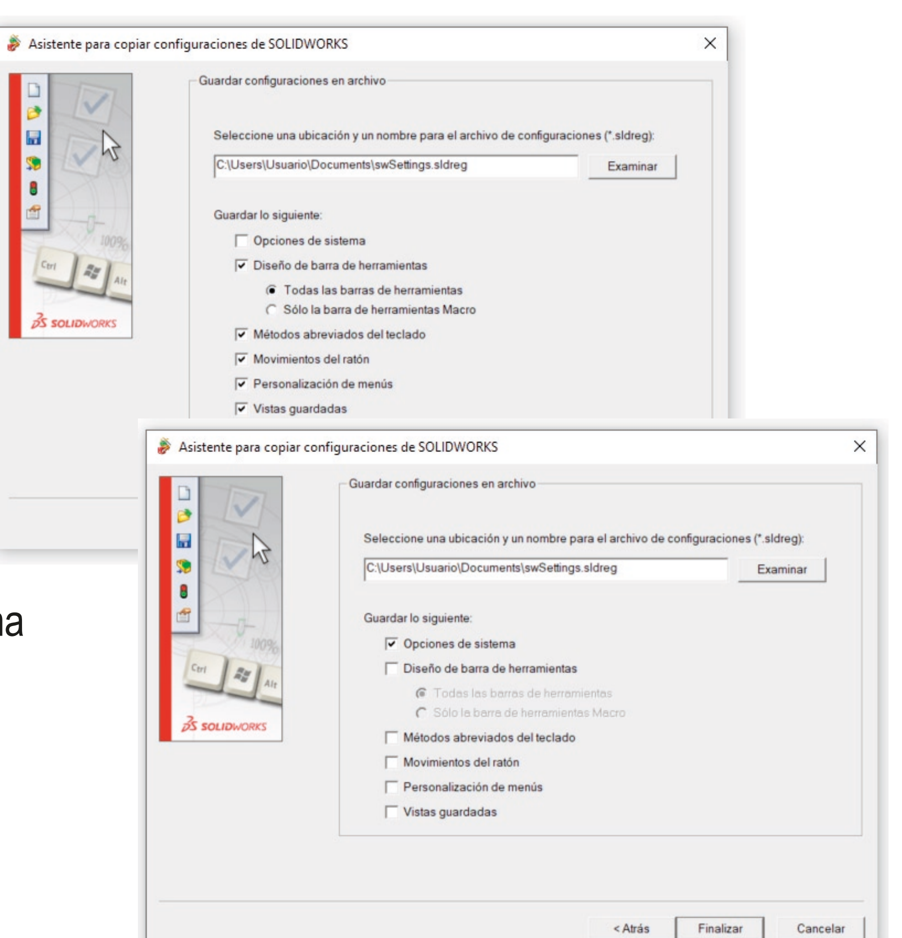
Es recomendable salvar dos configuraciones separadas:

1 Los menús y la interfaz de usuario

Aumentan la comodidad y productividad de un usuario, pero son muy personales

2 Las opciones de sistema

Pueden ser comunes para todo un equipo de diseño, porque mejoran la coordinación



ISBN: 978-84-18951-43-5

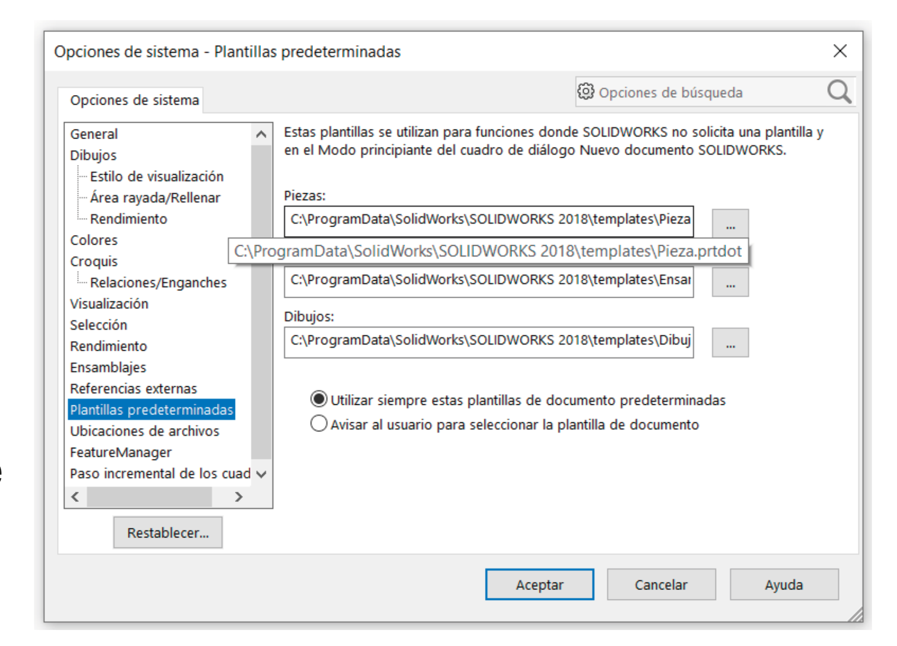
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Transferir

¡El procedimiento anterior NO copia las plantillas de documentos!

Para transferir las plantillas de documentos:

- Busque *Plantillas predeterminadas* en *Opciones de sistema*
- Tome nota de las carpetas en las que se guardan las plantillas
- Copie las plantillas desde el gestor de ficheros del sistema operativo

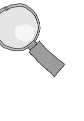


- Busque la carpeta en la que se guardan las plantilla en el nuevo ordenador
- Copie las plantillas a dichas carpetas

ISBN: 978-84-18951-43-5

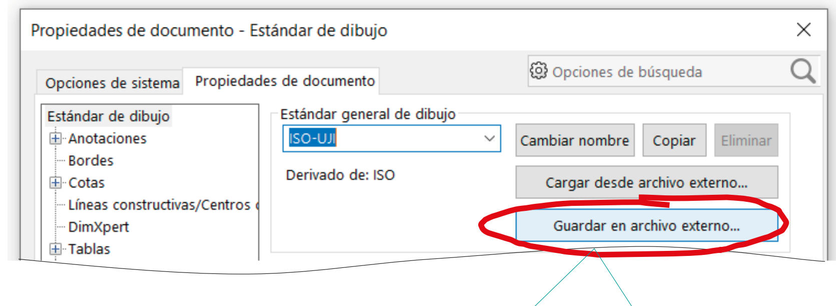
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Transferir



Existe un procedimiento para transferir sólo los estilos de los dibujos, desde un fichero que contenga el estilo nuevo a otro que fue creado con un estilo anterior:

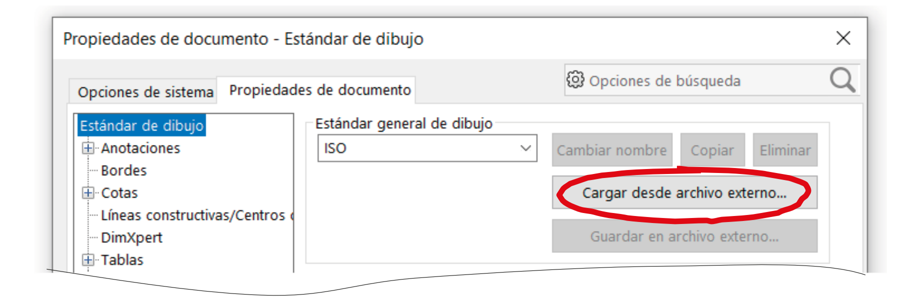
- Abra el fichero con el estilo que quiere copiar
- Entre en *Propiedades de documento*
- Seleccione *Estándar de dibujo*



Seleccione *Guardar en archivo externo*

Se guarda con extensión "sldstd"

- Abra el fichero cuyo estilo quiere actualizar
- Entre en *Estándar de dibujo*
- Seleccione *Cargar desde archivo externo*



Transferir

Los estilos estándar **no** se pueden transferir, pero se pueden convertir en estilos propios, que si son transferibles:

√ Abra el fichero con el estilo que quiere copiar

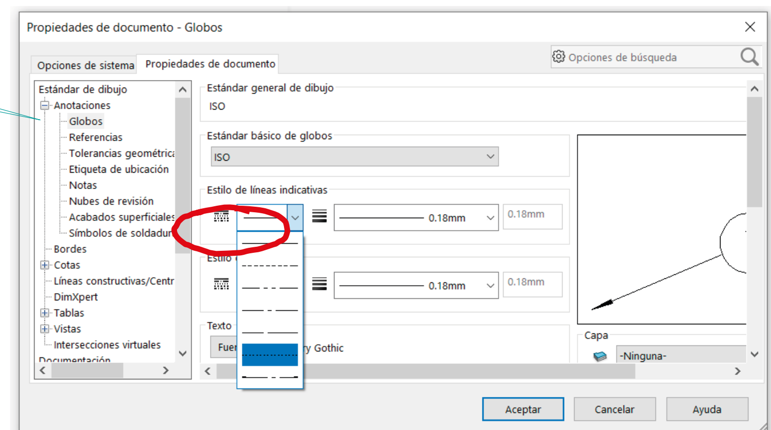
√ Entre en *Propiedades de documento*

√ Seleccione *cualquier* propiedad

Por ejemplo, *Globos*

√ Modifique *cualquier* atributo

El gestor de propiedades se ve obligado a crear un estilo diferente

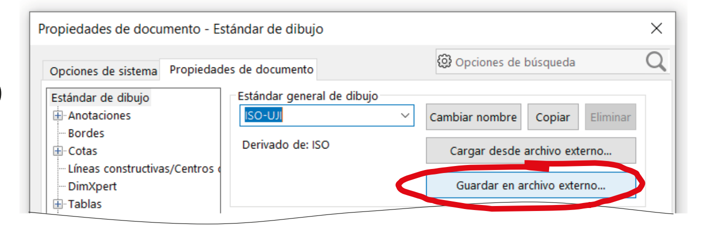


√ Deshaga la modificación

El nuevo estilo será igual al anterior, pero ya será un estilo propio

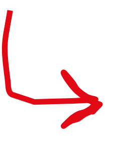
√ Cambie el nombre del estilo propio

√ Exporte el estilo propio

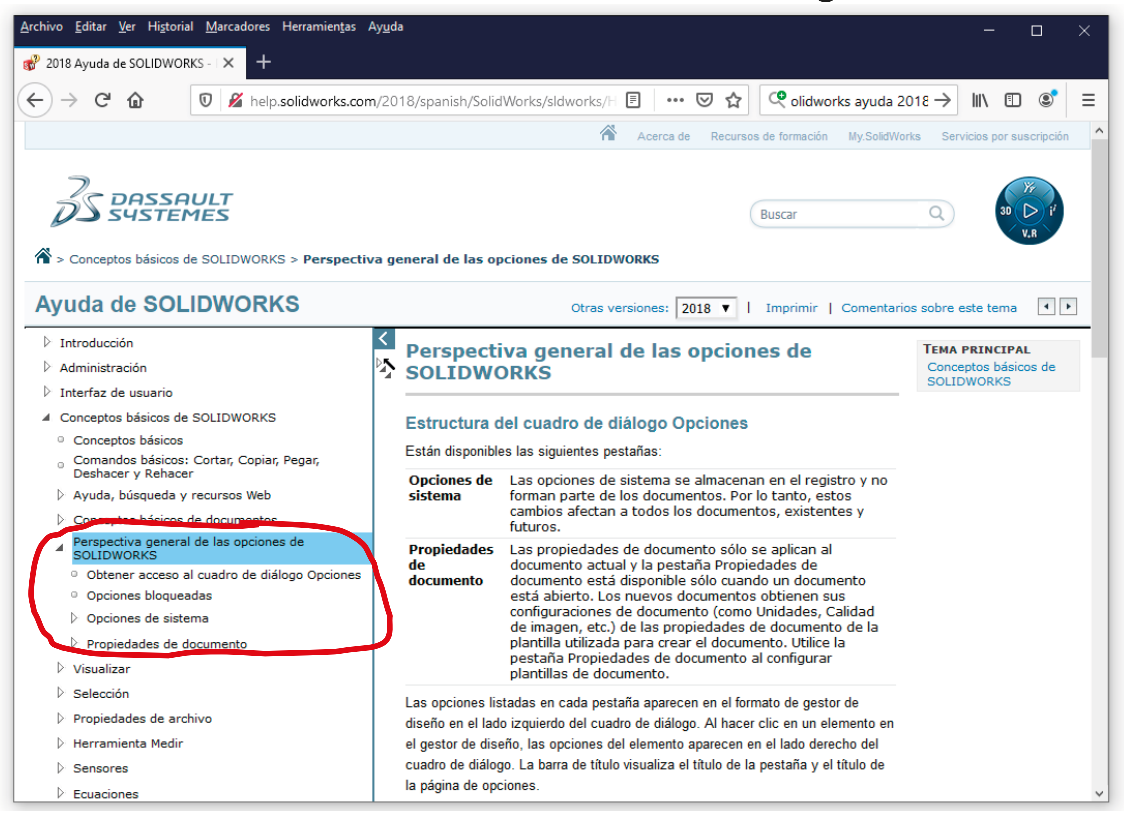


Para repasar

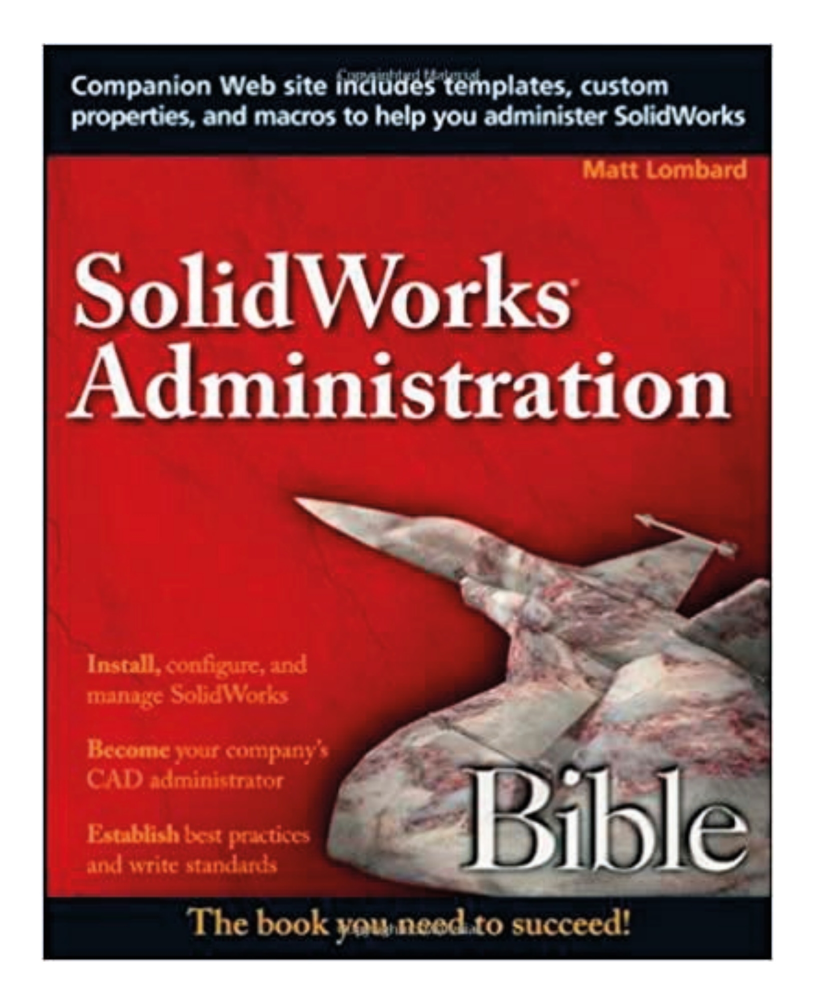
¡Cada aplicación CAD tiene sus propias peculiaridades de configuración!



Los manuales de la propia aplicación son la única fuente para conocer *todos* los detalles de la configuración



Para saber más



Anexo II. Criterios de evaluación

Para ayudar a aquellos lectores que utilicen este libro para auto-aprender CAD 3D, proponemos rúbricas que se pueden aplicar para evaluar cada ejercicio resuelto. Las rúbricas constan de seis criterios que se pueden evaluar contestando a las siguientes preguntas:

1. ¿El resultado es válido?
2. ¿El resultado es completo?
3. ¿El resultado es consistente?
4. ¿El resultado es conciso?
5. ¿El resultado es claro?
6. ¿El resultado transmite la intención de diseño?

En una evaluación inclusiva, apropiada para medir el progreso en el proceso de aprendizaje, cada uno de los criterios se debe medir por separado, y la calificación final se debe obtener por acumulación de todas las calificaciones parciales.

Por el contrario, en una evaluación excluyente, apropiada para medir las competencias adquiridas, fallar en cualquier criterio es un síntoma de que persisten deficiencias que se deben corregir para progresar. Dado que las competencias están mutuamente relacionadas, no progresar en una de ellas significa que los progresos en las siguientes no son útiles. En consecuencia, para una evaluación excluyente, las preguntas se deben contestar exactamente en el orden en el que están planteadas arriba, y se debe considerar como no superada la evaluación si la contestación a cualquiera de ellas es "*En desacuerdo*" o "*Totalmente en desacuerdo*".

Para ilustrar el significado de cada uno de los criterios, y para suministrar criterios detallados que permitan una evaluación más ajustada a cada ejercicio, se incluyen también cuestionarios detallados.

Cuestionario general de evaluación

Para medir el grado de cumplimiento de los seis criterios, se proponen cinco niveles de desempeño, según una escala Lickert. Los criterios de la tabla adjunta se deben adaptar en función de que el resultado sea un modelo, un ensamblaje, un dibujo, o un documento anotado:

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El resultado es válido					
El resultado es completo					
El resultado es consistente					
El resultado es conciso					
El resultado es claro y comprensible					
El resultado transmite la intención de diseño					

La tabla se puede utilizar como una lista cualitativa de comprobación. En tal caso, se considera que un ejercicio está bien resuelto si las valoraciones de los seis criterios son "*De acuerdo*" o "*Totalmente de acuerdo*".

Pero la tabla también se puede usar para obtener una calificación numérica. Para ello basta asignar valores a las diferentes

respuestas y ponderar las puntuaciones numéricas de todas ellas para obtener la calificación global. La escala numérica para valorar cada dimensión puede ser:

- Totalmente en desacuerdo 0
- En desacuerdo 0,25
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo 0,5
- De acuerdo 0,75
- Totalmente de acuerdo 1

Los criterios de ponderación deberían ajustarse para las diferentes etapas del proceso de aprendizaje. Para una etapa inicial de la evaluación formativa, los tres primeros criterios deberían tener un peso mayor (quizá un 60 o 70% entre los tres), mientras que al final del proceso de aprendizaje, los tres primeros criterios deberían reducir su peso (30%).

El criterio debería ser diferente para la evaluación final. Como en todas las evaluaciones de tareas, se pueden distinguir los aspectos formales de los que miden la excelencia en la propia tarea. En este caso, los dos primeros criterios son formales, puesto que evalúan si los documentos entregables de la tarea están bien, y si la tarea se ha completado. Por lo tanto, en una evaluación final o sumativa, estos criterios deberían ser descalificativos: fallar en ellos debería impedir que el resto de criterios fueran siquiera considerados. Son los denominados criterios pasa/no-pasa. Un criterio de evaluación menos drástico consiste en ponderar la calificación obtenida en los criterios de excelencia por la calificación obtenida en los criterios formales. Así, un modelo que sólo replica a medias al objeto que representa, tendría una calificación de 0,5 en el criterio de completitud, que multiplicaría al resultado obtenido en los criterios de excelencia, reduciendo a la mitad dicha calificación.

Cuestionario detallado para evaluar el criterio de validez

Un modelo sólido, un ensamblaje, o un dibujo obtenido con una aplicación CAD 3D son todos ellos documentos electrónicos, que deben guardarse de forma correcta para poder ser utilizados posteriormente.

Al comenzar a utilizar una aplicación CAD es frecuente olvidar que no se debe manipular desde el gestor de archivos del sistema operativo un fichero que está siendo utilizado por la aplicación CAD. Pretender salvar o guardar ficheros en uso produce documentos inválidos.

Por otra parte, en los árboles de modelo, de ensamblaje o de dibujo, pueden quedar registrados errores que se hayan cometido durante el proceso de modelado, ensamblaje o extracción de dibujos, y que no hayan sido correctamente resueltos. Dichos errores también producen ficheros no utilizables.

Por último, los ensamblajes y los dibujos se construyen a partir de otros ficheros, con los que establecen vínculos. Guardar un ensamblaje o un dibujo sin guardar sus ficheros vinculados produce ficheros que no son utilizables por terceros.

Todos estos aspectos se pueden comprobar valorando el siguiente tipo de aseveraciones:

- No faltan documentos, ni hay errores al abrirlos.
- No faltan ficheros vinculados, ni están mal vinculados.
- Los árboles de modelos/ensamblajes/dibujos no contienen mensajes de error.

Cuestionario detallado para evaluar el criterio de completitud

Un modelo sólido, un ensamblaje o un dibujo se deben considerar *completos* si incluyen toda la información que se pretende valorar o transmitir.

Algunos aspectos son generales y se pueden tener en cuenta al evaluar todos los ejercicios. Por ejemplo, si nos fijamos en la geometría de un objeto, su modelo será completo si incluye tanto su forma como sus dimensiones. Las aseveraciones a plantear en el cuestionario serían:

- Los modelos replican la geometría de las piezas.
- Los modelos replican el tamaño de las piezas.

Otros aspectos son más particulares. Así, ejemplos de aseveraciones específicas para algunos ejercicios serían:

- El modelo incluye las roscas.
- El modelo incluye los redondeos.

Para un ensamblaje, las aseveraciones más típicas serían:

- No sobran ni faltan piezas.
- Las piezas están correctamente colocadas.
- No sobran ni faltan condiciones de emparejamiento.

Un aspecto más específico para determinar si un ensamblaje es completo es si incluye las piezas estándar. Para medirlo se deberían valorar aseveraciones como:

- El ensamblaje incluye las piezas estándar apropiadas.
- Las piezas estándar de la librería están correctamente "instanciadas" y ensambladas.

Por último, un dibujo de ingeniería se debe considerar completo si incluye toda la información de la forma y las dimensiones del objeto. No será completo si faltan vistas, cortes o cotas. En consecuencia, las aseveraciones típicas para valorar si un dibujo es completo serían:

- No faltan vistas apropiadas para mostrar la pieza o el ensamblaje.
- No faltan cortes apropiados para mostrar la pieza o el ensamblaje.
- No faltan anotaciones apropiadas para mostrar la pieza o el ensamblaje.

Debe notarse que las vistas y cortes necesarios serán todas aquellas que muestren la forma de una pieza o aquellas que muestren la disposición de las piezas de un ensamblaje.

Si un documento debe contener anotaciones, éstas se pueden valorar por separado del resto de información. Las anotaciones pueden ser cotas, indicaciones de fabricación, marcas, etc. Por lo que pueden variar dependiendo del tipo y la finalidad del documento. Por ejemplo, en un do de ensamblaje, las aseveraciones críticas serían:

- No faltan marcas.
- La lista de piezas está completa.

ISBN: 978-84-18951-43-5

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia184

Cuestionario detallado para evaluar el criterio de consistencia

Un modelo sólido, es *consistente* si los cambios locales de forma o tamaño no se propagan, o lo hacen de un modo coherente y previsible.

Por ejemplo, si los perfiles no están completamente restringidos, al cambiar una cota o una restricción, el modelo resultante puede ser diferente del esperado. La segmentación de líneas también es una inconsistencia. Si una línea que se ha quedado corta no se extiende, sino que se complementa con una segunda línea colineal, se obtiene una línea poligonal o “línea segmentada”, que no se percibe como tal a simple vista, pero que tiene propiedades distintas a las deseadas (como dos puntos medios mal emplazados, en lugar de un único punto medio en la posición correcta). Lo mismo ocurre con líneas superpuestas que se dejan “olvidadas” porque no se ven. Ejemplos de aseveraciones específicas para detectar la consistencia serían:

- Los perfiles de todas las operaciones de modelado no contienen líneas duplicadas.
- Los perfiles de todas las operaciones de modelado no contienen líneas segmentadas.
- Los perfiles de todas las operaciones de modelado están siempre completamente restringidos.

Un criterio semejante se aplica a las operaciones. Por ejemplo, un barrido que se hace en dos tramos porque el datum utilizado está en una posición intermedia y no se aplica un único barrido en dos direcciones. Ejemplos de aseveraciones específicas para detectar la consistencia de las operaciones de barrido serían:

- Las operaciones de barrido no están fragmentadas en barridos parciales encadenados.
- Las operaciones de barrido no están solapadas, volviendo a crear sólido donde ya existía o vaciando donde ya estaba vacío.

Los ensamblajes se pueden analizar buscando interferencias o movimientos válidos. Por tanto, una forma sencilla de comprobar que el ensamblaje es consistente es realizando dichos análisis. Si las piezas están mal emparejadas, dichos análisis revelarán que el número o el tipo de condiciones de emparejamiento no son apropiados, porque producen interferencias o permiten movimientos no deseados.

La consistencia de los dibujos es más sencilla, basta con que reflejen correctamente la información del modelo o ensamblaje. Para ello, deben respetarse las reglas de que no se deben mezclar dibujos extraídos de diferentes versiones de un mismo modelo o ensamblaje, ni se debe modificar la información extraída “adornándola” o “maquillándola” con cambios no vinculados.

Ejemplos de aseveraciones específicas para detectar la consistencia serían:

- Las condiciones de emparejamiento de los ensamblajes permiten movimientos válidos e impiden los no válidos.
- Las vistas, cortes y cotas respetan las normas que garantizan que su interpretación sea univoca.
- Los cambios se propagan correctamente entre modelos, ensamblajes y dibujos (es decir, están correctamente vinculados).

Cuestionario detallado para evaluar el criterio de concisión

Un modelo sólido es *conciso* si se ha obtenido con un número mínimo de operaciones de modelado. La concisión de un modelo se puede medir con las siguientes aseveraciones:

- No se puede obtener el mismo modelo con menos operaciones.
- Se han utilizado operaciones de modelado por patrones (tales como simetrías y matrices).

Es decir, que modelar media pieza y obtener la otra media por simetría es ejemplo de estrategia que permite obtener un modelo más conciso.

Un ensamblaje virtual es conciso si la relación entre las piezas se consigue con el mínimo número de restricciones. Se puede medir con las siguientes aseveraciones:

- No se puede obtener el mismo ensamblaje con menos relaciones de emparejamiento.
- Se han utilizado operaciones de ensamblaje por patrones (tales como simetrías y matrices) para piezas iguales.

Un dibujo de ingeniería es conciso si no contiene vistas, cortes o anotaciones redundantes o innecesarias. Es decir, vistas, cortes o anotaciones que repitan información contenida directa o indirectamente en otras vistas, cortes o anotaciones, o que aporten información no relevante sobre el objeto. Se puede medir modificando las siguientes aseveraciones ya utilizadas para medir la completitud:

- No sobran ni faltan vistas.
- No sobran ni faltan cortes.
- No sobran ni faltan anotaciones.

Conviene recordar aquí que los criterios de número mínimo de operaciones, restricciones, vistas, cortes o anotaciones son cualitativos, y no debe considerarse óptima una solución sólo porque los minimice en sentido literal, ya que la concisión debe equilibrarse con la claridad y comprensibilidad, y con la transmisión de la intención de diseño.

Cuestionario detallado para evaluar el criterio de claridad y comprensibilidad

Tanto los modelos sólidos como los ensamblajes virtuales y los dibujos de ingeniería son documentos, que deben ser comprendidos y utilizados por otras personas. Por lo tanto, se debe cuidar que sean claros y comprensibles. El objetivo es que los modelos, ensamblajes o dibujos se entiendan con el mínimo esfuerzo, sin malentendidos, sin indefiniciones, ni necesidad de documentación adicional. Las aseveraciones que se pueden plantear para medir tales características son:

- El modelo/ensamblaje/dibujo se entiende "a la primera".
- El modelo/ensamblaje/dibujo no es confuso.
- El modelo/ensamblaje/dibujo es "autocontenido".

Estos criterios se pueden concretar en otros más detallados y fáciles de medir. Por ejemplo:

- Las operaciones de modelado están bien etiquetadas en el árbol del modelo.
- Las operaciones de emparejamiento están bien etiquetadas en el árbol de ensamblaje.

- Los dibujos están bien presentados (formatos, escalas, identificación, etc.).
- Los dibujos cumplen las normas que garantizan que su contenido se entienda con facilidad.

Ejemplos de aseveraciones aún más detalladas serían:

- La orientación del modelo respecto al sistema de referencia es clara.
- La secuencia de modelado es intuitiva.

Para medir la claridad de un ensamblaje también se puede determinar:

- Las piezas del ensamblaje se han coloreado para que sea fácil distinguirlas y asociarlas.
- Se han utilizado las vistas en explosión para clarificar el proceso de ensamblaje.

Ejemplos de requisitos más detallados para un dibujo de diseño de detalle de una pieza serían:

- La escala del dibujo se respeta en todas las vistas.
- La escala es normalizada.

Ejemplos de aseveraciones detalladas para un dibujo de ensamblaje serían:

- Las marcas están colocadas ordenadamente.

Por último, cuando el ejercicio requiere trabajar con diferentes documentos, y dado que los documentos de diseño forman parte de un proyecto, se debe garantizar que su organización sea clara y comprensible:

- Los nombres de los documentos son claros y descriptivos.
- La estructura de pestañas es apropiada.
- La estructura de carpetas es apropiada.

Cuestionario detallado para evaluar el criterio de intención de diseño

Tanto los modelos sólidos como los ensamblajes virtuales y los dibujos de ingeniería forman parte del proceso de diseño. Dicho proceso es iterativo, por lo que los modelos, los ensamblajes y los dibujos deben adaptarse a los cambios con el mínimo esfuerzo. Las aseveraciones genéricas para medir tal condición serían:

- Permite explorar alternativas de diseño.
- La secuencia de modelado es flexible.

No obstante, esos cambios deben respetar la intención inicial. Pero durante el proceso de diseño se utiliza mucha información implícita que es importante para mantener la coherencia del proceso y la utilidad del diseño resultante. Los documentos generados mediante CAD 3D deben intentar transmitir la "intención de diseño", entendida como aquellas ideas del diseñador que han guiado su elección de la solución de diseño. Para ello, los documentos deben elaborarse incorporando y resaltando cualquier información que ayude a transmitir dicha intención de diseño.

Un modelo ayuda a trasmitir la intención de diseño si las vistas, cortes y anotaciones ayudan a resaltar la intención de diseño (orientación, simetría, etc.). Para fomentar la percepción de la intención de diseño, los datums deben actuar como “esqueletos” que ayudan a explicar la topología del modelo, y ayudan a mantener dicha topología estable frente a cambios locales. Por su parte, un elemento característico tal como un “taladro” transmite

más información sobre la intención de diseño que un simple agujero o vaciado cilíndrico. Además, al estar tabulados los valores usuales, impide que se seleccione un valor inusual. En suma:

- Siempre que es posible, se utilizan restricciones de croquis que resaltan la geometría del diseño (por ejemplo, la simetría).
- El modelo sólo utiliza elementos de referencia (datums) que resaltan su estructura y funcionalidad.
- El modelo utiliza elementos característicos de diseño.

En el caso de los ensamblajes la intención de diseño se puede medir mediante las aseveraciones:

- El ensamblaje está estructurado en sub-ensamblajes que transmiten funcionalidad.
- El orden de ensamblaje ayuda a transmitir la intención de diseño.
- La información de la lista de piezas ayuda a transmitir la intención de diseño.
- Las propiedades del ensamblaje (materiales, etc.) están vinculadas a las de los modelos.
- El ensamblaje utiliza relaciones de emparejamiento que destacan la funcionalidad (tales como las relaciones cinemáticas).
- Permite simulaciones.

Por último, la transmisión de intención de diseño en los dibujos está principalmente supeditada al cumplimiento de las normas. Pero caben acciones de refuerzo, tales como utilizar las cotas perdidas y los ejes para resaltar la existencia de simetrías bilaterales o de revolución, o simplificar las representaciones para ocultar detalles innecesarios:

- Se utilizan ejes y cotas apropiados para enfatizar la simetría.
- Se utilizan vistas complementarias y/o líneas auxiliares para resaltar la funcionalidad.
- El dibujo oculta detalles superfluos y simplifica.

Rúbricas detalladas

En las páginas siguientes se incluyen rúbricas detalladas para cada uno de los cuatro tipos de documentos:

- Modelos.
- Ensamblajes.
- Dibujos de modelos.
- Dibujos de ensamblajes.

Puesto que el conjunto de los Dibujos de un producto constituye un documento, la calidad del mismo se debe valorar mediante su correspondiente rúbrica de “documento planos”.

Por último, si se opta por enriquecer los modelos, los ensamblajes, o los dibujos con anotaciones, las mismas pueden evaluarse mediante una rúbrica específica de “documento anotado”.

Rúbrica de modelado

Item	Afirmación
M1	**El modelo es válido (No se sigue evaluando si el modelo no es válido)**
M1.1	El fichero del modelo puede ser encontrado
M1.1a	El fichero del modelo tiene el contenido esperado
M1.1b	El fichero del modelo tiene el nombre esperado, y está en la carpeta o sitio web esperados
M1.2	El fichero del modelo puede ser abierto
M1.2a	El fichero del modelo puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
M1.2b	El fichero del modelo es compatible con el CAD del receptor
M1.3	El fichero del modelo puede ser usado
1.3a	El árbol del modelo está libre de mensajes de error
1.3b	El fichero del modelo está libre de operaciones en progreso al abrirlo
M2	**El modelo está completo (30%)**
M2.1	El modelo replica la forma de la pieza
M2.1a	El modelo tiene la misma topología (sólido, lámina, cáscara) que la pieza
M2.1b	El modelo replica la geometría de la pieza
M2.2	El modelo replica el tamaño de la pieza
M2.2a	El modelo utiliza las unidades apropiadas
M2.2b	El modelo replica las medidas de la pieza
M3	**El modelo es consistente (15%)**
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos
M3.1a	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas
M3.1b	Los perfiles están completamente restringidos
M3.2	El modelo está bien vinculado al sistema global de referencia y a un conjunto de datums apropiados
M3.2a	El modelo está alineado y orientado respecto al sistema global de referencia
M3.2b	El modelo usa datums apropiados (que definen un andamio/esqueleto que ayuda a construir y editar el modelo)
M3.3	Todas las partes del modelo están correctamente fusionadas
M4	**El modelo es conciso (20%)**
M4.1	El modelo está libre de restricciones, operaciones de modelado o datums repetitivos o fragmentados
M4.1a	Los perfiles son concisos (están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas)
M4.1b	El modelo está libre de operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas
M4.1c	El modelo está libre de datums repetitivos o fragmentados
M4.2	Las operaciones de replicado basadas en patrones (trasladar-y-repetir, girar-y-repetir y simetría) se usan cuando es posible
M4.2a	Las operaciones de patrones (trasladar-y-repetir, rotar-y-repetir) se usan cuando es posible
M4.2b	Las operaciones de simetría se usan cuando es posible
M5	**El modelo es claro (20%)**
M5.1	El árbol del modelo es comprensible (porque las operaciones de modelado están etiquetadas y agrupadas)
M5.1a	Las etiquetas de las operaciones de modelado enfatizan su función
M5.1b	Las operaciones de modelado relacionadas se agrupan en el árbol del modelo, para enfatizar las relaciones padre-hijo
M5.2	El modelo usa preferentemente operaciones de modelado compatibles y de diseño/fabricación
M5.2a	Se usan preferentemente las operaciones de modelado más compatibles
M5.2b	Se usan preferentemente las operaciones de modelado vinculadas a características de diseño/fabricación
M6	**El modelo transmite la intención de diseño (15%)**
M6.1	El árbol del modelo es como un "guion" que describe las características de la pieza y sus funcionalidades
M6.1a	La secuencia de modelado discurre desde las características principales hasta las auxiliares
M6.1b	Las etapas intermedias del proceso de modelado son útiles para entender el objeto
M6.2	El objeto se ha modelado sin perder ni transferir información de diseño
M6.2a	El objeto se ha modelado sin transferir cotas de diseño ni convertir cotas en restricciones geométricas
M6.2b	El objeto se ha modelado evitando perder simetrías y patrones
M6.3	El modelo es simultáneamente flexible (permite muchos cambios) y robusto (impide cambios catastróficos)
M6.3a	Los elementos funcionales se definen mediante operaciones de modelado independientes
M6.3b	Las relaciones padre/hijo del árbol del modelo están libres de dependencias innecesarias

Rúbrica de ensamblaje

Item	Afirmación
E1	**El ensamblaje es válido (No se sigue evaluando si no es válido)**
E1.1	Tanto el fichero del ensamblaje como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
E1.1a	El fichero del ensamblaje tiene el contenido y nombre esperados, y está en la ubicación esperada
E1.1b	Todos los componentes vinculados al ensamblaje son accesibles (incluyendo piezas, subconjuntos y piezas de librerías), incluso cuando las librerías no están disponibles o cuando hay problemas de compatibilidad entre versiones
E1.2	El fichero del ensamblaje puede ser abierto
E1.2a	El fichero del ensamblaje puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
E1.2b	El fichero del ensamblaje es compatible con el CAD del receptor
E1.3	El fichero del ensamblaje puede ser usado
E1.3a	El árbol del ensamblaje está libre de mensajes de error
E1.3b	El fichero del ensamblaje está libre de operaciones en progreso al abrirlo
E2	**El ensamblaje está completo (20%)**
E2.1	El ensamblaje incluye todas las piezas y sub-ensamblajes necesarios, y sólo ellos
E2.1a	El ensamblaje incluye todos los componentes (piezas y sub-ensamblajes) y sus copias
E2.1b	El ensamblaje está libre de piezas o sub-ensamblajes sobrantes o ajenos al propio ensamblaje
E2.2	El ensamblaje incluye las piezas estándar requeridas (y sus copias), que se han instanciado correctamente desde la librería
E2.2a	Las piezas estándar de las librerías se han usado siempre que han sido requeridas
E2.2b	Las piezas estándar de las librerías se han instanciado de forma correcta desde la librería
E2.3	Los componentes (piezas, sub-ensamblajes y piezas de librería) están correctamente colocados
E2.3a	Las posiciones relativas entre los componentes (piezas, sub-ensamblajes y piezas de librería) concuerdan con sus posiciones funcionales
E2.3b	Los componentes (piezas, sub-ensamblajes y piezas de librería) están libres de interferencias indeseadas
E3	**El ensamblaje es consistente (30%)**
E3.1	El componente base es apropiado, y está bien vinculado al sistema global de referencia
E3.1a	El componente elegido como base funciona como soporte o contenedor, y es preferiblemente una pieza fija (particularmente si el ensamblaje es un mecanismo)
E3.1b	El componente base está correctamente vinculado al sistema global de referencia
E3.2	El ensamblaje permite movimientos válidos e impide movimientos indeseados (Todos los componentes están correctamente ensamblados mediante relaciones de emparejamiento)
E3.2a	El ensamblaje impide movimientos inválidos (se han usado relaciones de emparejamiento para impedir movimientos indeseados)
E3.2b	El ensamblaje permite movimientos válidos (se han liberado los grados de libertad necesarios para que los mecanismos funcionen)
E4	**El ensamblaje es conciso (20%)**
E4.1	El ensamblaje está libre de relaciones de emparejamiento repetitivas o fragmentadas
E4.2	Las operaciones de patrón de replicado (trasladar-y-repetir, girar-y-repetir y simetría) se usan siempre que es posible
E4.3	Las piezas ensambladas están libres de relaciones de emparejamiento innecesarias (no hay piezas innecesariamente "encadenadas" entre sí)
E5	**El ensamblaje es claro (15%)**
E5.1	Todos los componentes y relaciones de emparejamiento están apropiadamente etiquetados y organizados en carpetas
E5.1a	Los componentes están etiquetados y agrupados para enfatizar su función, en lugar del modo en el que han sido definidos
E5.1b	Las relaciones de emparejamiento están etiquetadas para enfatizar su función
E5.1c	Las relaciones de emparejamiento relacionadas están agrupadas para enfatizar las relaciones padre/hijo
E5.2	El ensamblaje utiliza relaciones de emparejamiento compatibles y fáciles de entender
E5.2a	Siempre se usan las relaciones de emparejamiento más compatibles
E5.2b	Siempre se usan las relaciones de emparejamiento más fáciles de entender
E6	**El ensamblaje transmite la intención de diseño (15%)**
E6.1	El árbol del ensamblaje replica el proceso real de ensamblaje/desensamblaje
E6.1a	La secuencia de ensamblaje va desde los elementos principales hasta los auxiliares
E6.1b	La secuencia del árbol de ensamblaje refleja una secuencia de montaje realista
E6.2	Los sub-ensamblajes han sido adecuadamente identificados y eficientemente usados
E6.2a	Los sub-ensamblajes encapsulan funciones claramente perceptibles
E6.2b	Las condiciones de emparejamiento de los sub-ensamblajes permiten los movimientos apropiados (han sido "flexibilizadas")
E6.3	Se usan los ofrecimientos (o “affordances”, o funcionalidades de montaje) provistos en las piezas para facilitar ensamblajes (si existen)
E6.3a	Se han identificado los ofrecimientos provistos para agarrar, trasladar, orientar e insertar las piezas
E6.3b	Los ofrecimientos provistos para agarrar, trasladar, orientar e insertar las piezas, si existen, han sido prioritariamente usados para ensamblar
E6.4	Las piezas pertenecientes a familias modulares (si existen) pueden intercambiarse de forma fácil y segura
E6.4a	Se han identificado las piezas que pertenecen a familias modulares
E6.4b	Los emparejamientos de las piezas que pertenecen a familias modulares (si existen) ayudan a que intercambiarlas sea fácil y seguro

Rúbrica de dibujo de pieza

Item	Afirmación
Dp1	**El dibujo es válido (No se sigue evaluando si no es válido)**
Dp1.1	Tanto el fichero del dibujo como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
Dp1.1a	El fichero del dibujo tiene el contenido y nombre esperados, y está en la ubicación esperada
Dp1.1b	El/los modelos o ensamblajes vinculados al dibujo son accesibles
Dp1.2	El fichero del dibujo puede ser abierto
Dp1.2a	El fichero del dibujo puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
Dp1.2b	El fichero del dibujo es compatible con el CAD del receptor
Dp 1.3	El fichero del dibujo puede ser usado
Dp1.3a	El árbol del dibujo está libre de mensajes de error
Dp1.3b	El fichero del dibujo está libre de operaciones en progreso al abrirlo
Dp2	**El dibujo de pieza está completo (30%)**
Dp 2.1	Las vistas muestran completamente todos los elementos exteriores de la pieza
Dp 2.2	Los cortes muestran completamente todos los elementos interiores de la pieza
Dp 2.3	Se han incluido los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria necesarias
Dp 2.4	Las cotas muestran todas las dimensiones de la pieza
Dp3	**El dibujo de pieza es consistente (25%)**
Dp 3.1	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria), están extraídas del modelo
Dp 3.1a	Las vistas (incluso las cortadas) están extraídas del modelo y vinculadas a él
Dp 3.1b	El dibujo minimiza los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria delineadas manualmente
Dp 3.2	Las cotas están vinculadas al modelo
Dp 3.3	Tanto las representaciones geométricas como las cotas cumplen las normas UNE o ISO
Dp 3.3a	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria), cumplen las normas UNE o ISO
Dp 3.3b	Las cotas cumplen las normas UNE o ISO
Dp4	**El dibujo de pieza es conciso (15%)**
Dp 4.1	El dibujo está libre de vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas innecesarias para mostrar el modelo
Dp 4.1a	El dibujo está libre de vistas que no ayudan a mostrar el exterior del modelo
Dp 4.1b	El dibujo está libre de cortes que no ayudan a mostrar el interior del modelo
Dp 4.1c	El dibujo está libre de geometría suplementaria que no ayuda a mostrar el modelo
Dp 4.1d	El dibujo está libre de cotas que no ayudan a mostrar las dimensiones del modelo
Dp 4.2	El dibujo está libre de redundancias en vistas, cortes, geometría suplementaria o cotas
Dp 4.2a	El dibujo está libre de vistas redundantes
Dp 4.2b	El dibujo está libre de cortes redundantes
Dp 4.2c	El dibujo está libre de geometría suplementaria redundante
Dp 4.2d	El dibujo está libre de cotas redundantes
Dp5	**El dibujo de pieza es claro (15%)**
Dp5.1	El formato de hoja es correcto
Dp5.1a	El tamaño de la hoja de dibujo es estándar y es apropiado para el dibujo
Dp5.1b	La hoja contiene recuadro y bloque de títulos, que cumplen normas
Dp5.2	El documento del dibujo está bien identificado
Dp5.2a	El bloque de títulos incluye los datos identificativos (la identificación del documento, su propietario y la fecha)
Dp5.2b	El bloque de títulos incluye los datos administrativos (la identificación del autor) y los descriptivos (el título del contenido)
Dp5.2c	El bloque de títulos incluye los datos de las representaciones gráficas (sistemas de representación, escalas y unidades dimensionales)
Dp5.3	El contenido del dibujo de pieza está bien presentado
Dp5.3a	Los tipos de líneas son correctos
Dp5.3b	La colocación de las vistas, los cortes, la geometría suplementaria, las cotas y las marcas favorece la lectura del dibujo
Dp6	**El dibujo de pieza transmite la intención de diseño (15%)**
Dp 6.1	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas ayudan a resaltar la intención de diseño (orientación, simetría, etc.)
Dp 6.1a	La orientación de la pieza ayuda a transmitir su funcionalidad
Dp 6.1b	La disposición de las vistas, cortes y cotas ayuda a resaltar las simetrías y los patrones
Dp 6.2	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas muestran los datos originales de diseño
Dp 6.2a	El modelo se ha dibujado evitando perder cotas de diseño (no hay trasferencias de cotas)
Dp 6.2b	El modelo se ha dibujado evitando ocultar simetrías y patrones

Rúbrica de dibujo de ensamblaje

Item	Afirmación
De1	**El dibujo es válido (No se sigue evaluando si no es válido)**
De1.1	Tanto el fichero del dibujo como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
De1.1a	El fichero del dibujo tiene el contenido y nombre esperados, y está en la ubicación esperada
De1.1b	El/los modelos o ensamblajes vinculados al dibujo son accesibles
De1.2	El fichero del dibujo puede ser abierto
De1.2a	El fichero del dibujo puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
De1.2b	El fichero del dibujo es compatible con el CAD del receptor
De1.3	El fichero del dibujo puede ser usado
De1.3a	El árbol del dibujo está libre de mensajes de error
De1.3b	El fichero del dibujo está libre de operaciones en progreso al abrirlo
De2	**El dibujo del ensamblaje está completo (30%)**
De2.1	Las vistas, los cortes y la geometría suplementaria (y las cotas, si son necesarias) son apropiados para mostrar el ensamblaje
De2.1a	Las vistas y cortes ayudan a mostrar el mayor número posible de componentes del ensamblaje
De2.1b	Las vistas y cortes ayudan a mostrar la colocación de los componentes del ensamblaje
De2.1c	Se han incluido los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria necesarios
De2.1d	Las cotas ayudan a mostrar la colocación de los componentes del ensamblaje, y/o el tamaño global del ensamblaje
De2.2	El dibujo contiene una marca por cada componente del ensamblaje
De2.3	La lista de despiece incluye información de todos los componentes del ensamblaje
De3	**El dibujo del ensamblaje es consistente (25%)**
De3.1.	El dibujo está bien vinculado, tanto al ensamblaje como a las listas de despiece
De3.1.1.	Las vistas (incluso las cortadas) están extraídas del ensamblaje y vinculadas a él
De3.1.2.	Las marcas y las listas de despiece están vinculadas al ensamblaje y relacionadas entre ellas.
De3.2.	Tanto las representaciones geométricas y las cotas, como las marcas y la lista de despiece cumplen las normas UNE o ISO
De3.2.1.	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria) y las cotas, cumplen las normas UNE o ISO
De3.2.2.	Las marcas cumplen las normas UNE o ISO
De3.2.3.	Las listas de despiece cumplen las normas UNE o ISO
De4	**El dibujo del ensamblaje es conciso (15%)**
De4.1.	El dibujo está libre de vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas innecesarias o redundantes para mostrar el ensamblaje
De4.1.1.	El dibujo está libre de vistas, cortes y geometría complementaria que no ayudan a mostrar los componentes del ensamblaje
De4.1.2.	El dibujo está libre de cotas que no ayudan a definir la colocación de los componentes ni el tamaño total del ensamblaje
De4.2.	El dibujo está libre de información innecesaria o redundante en las marcas y en la lista de despiece
De4.2.1.	El dibujo está libre de marcas falsas o repetidas
De4.2.2.	El dibujo está libre de información falsa o repetida en las listas de despiece
De5	**El dibujo del ensamblaje es claro (15%)**
De5.1	El formato de hoja es correcto
De5.1a	El tamaño de la hoja de dibujo es estándar y es apropiado para el dibujo
De5.1b	La hoja contiene recuadro y bloque de títulos, que cumplen normas
De5.2	El documento del dibujo está bien identificado
De5.2a	El bloque de títulos incluye los datos identificativos (la identificación del documento, su propietario y la fecha)
De5.2b	El bloque de títulos incluye los datos administrativos (la identificación del autor) y los descriptivos (el título del contenido)
De5.2c	El bloque de títulos incluye los datos de las representaciones gráficas (sistemas de representación, escalas y unidades dimensionales)
De5.3	El contenido del dibujo de ensamblaje está bien presentado
De5.3a	Los tipos de líneas son correctos
De5.3b	La colocación de las vistas, los cortes, la geometría suplementaria, las cotas y las marcas favorece la lectura del dibujo
De6	**El dibujo del ensamblaje transmite la intención de diseño (15%)**
De6.1	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas ayudan a resaltar la intención de diseño (orientación, simetría, etc.)
De6.1a	La orientación del ensamblaje ayuda a transmitir su funcionalidad
De6.1b	La disposición de las vistas, cortes y cotas ayuda a resaltar las simetrías y los patrones.
De6.2	El orden de las marcas ayuda a resaltar la secuencia de ensamblaje/desensamblaje
De6.2a	La secuencia de marcas va desde los elementos principales hasta los auxiliares
De6.2b	El orden de las marcas sugiere una secuencia realista de ensamblaje
De6.3	La información de la lista de despiece ayuda a transmitir la intención de diseño
De6.3a	Los nombres de las marcas ayudan a entender su función
De6.3b	Los materiales de los que están hechos los componentes ayudan a entender su comportamiento
De6.3.c	Las observaciones aportan información relevante (sobre piezas estándar, etc.)

Rúbrica de documento planos

Item	Afirmación
PL1	**El documento planos es válido (No se sigue evaluando si no es válido)**
PL1.1	El documento planos puede ser localizado
PL1.2	Todos los dibujos están agrupados en un único documento, o en un conjunto de documentos fácilmente ordenables
PL1.3	Los dibujos están en formatos portables, listos para ser usados
PL2	**El documento planos está completo (30%)**
PL2.1	El documento planos incluye todos los dibujos de diseño del producto
PL2.1a	El documento planos incluye todos los dibujos de ensamblaje y subensamblajes no comerciales
PL2.1b	El documento planos incluye todos los dibujos de piezas no comerciales
PL2.1c	El documento planos incluye todos los dibujos de esquemas y visualizaciones gráficas de datos
PL2.2	El documento planos incluye todas las referencias a los componentes comerciales del producto
PL3	**El documento planos es consistente (25%)**
PL3.1	Todos los dibujos que se agrupan en el documento planos están codificados
PL3.1a	Todos los dibujos tienen su código en el campo correspondiente a la numeración del documento del bloque de títulos
PL3.1b	Los nombres de los ficheros (u hojas) que contienen a cada uno de los dibujos son consistentes con la codificación del documento planos
PL3.2	La codificación de los planos concuerda en todos los sitios donde se utiliza
PL3.2a	Hay concordancia entre la codificación en las listas de piezas y las numeraciones de los dibujos en los bloques de títulos
PL3.2b	Hay concordancia entre la codificación de los dibujos y el orden de las páginas del documento planos que los contiene
PL4	**El documento planos es conciso (15%)**
PL4.1	El documento planos no incluyen más dibujos que los necesarios.
PL4.1a	El documento planos no incluye dibujos redundantes
PL4.1b	El documento planos no incluye dibujos irrelevantes
PL4.2	Cada dibujo no incluye más información de la necesaria
PL4.2a	Los dibujos de ensamblaje solo incluyen información de qué piezas los conforman y cómo se relacionan
PL4.2b	Los dibujos de piezas sólo incluyen información de cómo son dichas piezas
PL4.2c	Los dibujos de esquemas sólo muestran las relaciones entre diferentes componentes de un grupo de objetos
PL4.2d	Los dibujos de visualizaciones gráficas de datos sólo muestran las correlaciones entre diferentes datos u objetos
PL5	**El documento planos es claro (15%)**
PL5.1	El documento planos está paginado y contiene un índice
PL5.1a	El documento planos comienza con un índice de dibujos, y/o las listas de despiece actúan como índices de los dibujos
PL5.1b	La paginación de los dibujos concuerda con el índice
PL5.2	La paginación de los dibujos ayuda a “navegar” por el documento
PL5.2a	Es fácil encontrar el ensamblaje al que pertenece cada pieza
PL5.2b	Es fácil encontrar las piezas que conforman cada ensamblaje
PL5.2c	Es fácil relacionar los esquemas y visualizaciones gráficas de datos con el resto de los dibujos del producto
PL6	**El documento planos transmite la intención de diseño (15%)**
PL6.1	La estructura del documento facilita consultas sobre el proceso real de ensamblaje/desensamblaje y/o operación del producto
PL6.1a	La secuencia de dibujos refleja el proceso de montaje o desmontaje
PL6.1b	La sucesión de dibujos refleja una secuencia de operación realista
PL6.2	Se usa una codificación de dibujos que ayuda a entender el producto
PL6.2a	La codificación aclara la sucesión y la importancia de los diferentes dibujos que conforman el documento planos
PL6.2b	La codificación simplifica la búsqueda y recuperación de los dibujos del documento planos

Rúbrica de documento anotado

Item	Afirmación
1	**El documento anotado es válido (No se sigue evaluando si no es válido)**
1.1	Tanto el fichero del documento anotado como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
1.1a	El fichero del documento anotado tiene el contenido y nombre esperados, y está en la ubicación esperada
1.1b	Todos los documentos vinculados al documento anotado son accesibles, incluso cuando las librerías no están disponibles o cuando hay problemas de compatibilidad entre versiones
1.2	El fichero del documento anotado puede ser abierto
1.2a	El fichero del documento anotado puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
1.2b	El fichero del documento anotado es compatible con la aplicación (CAD, PDF, etc.) del receptor
1.3	El fichero del documento anotado puede ser usado
1.3a	El fichero del documento anotado está libre de mensajes de error
1.3b	El fichero del documento anotado está libre de operaciones en progreso
2	**El documento anotado está completo (30%)**
2.1	El documento anotado incluye todos los modelos, ensamblajes y dibujos necesarios para dar sentido a las anotaciones
2.1a	El documento anotado incluye todos los modelos requeridos
2.1b	El documento anotado incluye todos los ensamblajes requeridos
2.1c	El documento anotado incluye todos los dibujos requeridos
2.2	El documento anotado incluye todas las anotaciones requeridas
2.2a	El documento anotado incluye todas las anotaciones de geometría requeridas
2.2b	El documento anotado incluye todas las anotaciones de fabricación requeridas
2.2c	El documento anotado incluye todas las anotaciones de diseño requeridas
3	**Las anotaciones del documento anotado son consistentes (25%)**
3.1	Las anotaciones están bien vinculadas a los modelos, ensamblajes o dibujos
3.1a	Cada anotación está presente en aquel documento principal que muestra la característica a controlar o la información a vincular
3.1b	Cada anotación señala claramente el elemento con el que guarda relación
3.2	Las anotaciones cumplen las normas aplicables
3.2a	Los símbolos son apropiados para el tipo de anotación
3.2b	Las leyendas y parámetros son apropiados para el tipo de anotación
4	**Las anotaciones del documento anotado son concisas (15%)**
4.1	No hay anotaciones repetidas o redundantes
4.1a	Todas las anotaciones aportan información diferente al resto
4.1b	Las anotaciones que se muestran en diferentes documentos vinculados, están también vinculadas entre sí
4.2	No hay anotaciones innecesarias o irrelevantes
4.2a	Todas las anotaciones aportan información necesaria
4.2b	Todas las anotaciones aportan información relevante
5	**Las anotaciones del documento anotado son claras (15%)**
5.1	Las anotaciones están colocadas evitando solapes y maximizando su visibilidad
5.1a	No se producen solapes entre las anotaciones y la geometría, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
5.1b	No se producen solapes entre anotaciones, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
5.2	Las anotaciones están agrupadas en vistas de anotación coherentes
5.2a	Todas las anotaciones están agrupadas
5.2b	Los grupos de notas son coherentes con la dirección de visualización predominante
6	**Las anotaciones del documento anotado transmiten la intención de diseño (15%)**
6.1	La ordenación de las anotaciones facilita la interrogación de las propiedades y atributos del producto referido en el documento
6.1a	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre geometría
6.1b	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre fabricación
6.1c	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre criterios de diseño
6.2	Las anotaciones ayudan a entender la relación del producto con la información que muestran
6.2a	La colocación de las notas ayuda a entender sus relaciones mutuas, y sus relaciones con los productos
6.2b	No hay "transferencia" de notas que altere la naturaleza de la información que se transmite, o su relación con el producto